Das Mikroskop



von

Dr. M. Willkomm


22102046638

Die

Wunder des Mikroskops.

Vierte Auflage.

Aus dem Reiche des Lebens
in
Pflanzen-, Thier- und Menschenwelt.

Die Welt im kleinsten Raume.

Die Wunder des Mikroskops.

Von

Dr. Moritz Willkomm.



Mit mehr als 1200 Figuren auf 300 Illustrationen, nebst einem Titelbilde.

Leipzig.
Verlag von Otto Spamer.
1878.



Meeresgrund mit Seetangen, Polypen und Weichthieren.

1—2 Mooskorallen (*Bryozoa Bowerbankia* und *Eschara cervicornis*) in starker Vergrosserung. — 3 Röhrenpolyp (*Plumularia pinnata*) und 4 Glockenpolyp (*Campanularia volubilis*) ebenfalls stark vergrössert. — 5—7 See Anemonen in natürlicher Grösse (*Actinia rubra* und *Actinia Psellis*). 8—10 Schnecken.

Die Wunder des Mikroskops

oder

die Welt im kleinsten Raume



1–2 Mooskorallen (*Bryozoa Bowerbankia* und *Eschara cervicornis*) in starker Vergrösserung. — 3 Röhrenpolyp (*Plumularia pinnata*) und 4 Glockenpolyp (*Campanularia volubilis*) ebenfalls stark vergrössert. — 5–7 See-Anemonen in natürlicher Grösse (*Actinia rubra* und *Actinia Psellis*). 8–10 Schnecken.

Die

Wunder des Mikroskops

oder

die Welt im kleinsten Raume.

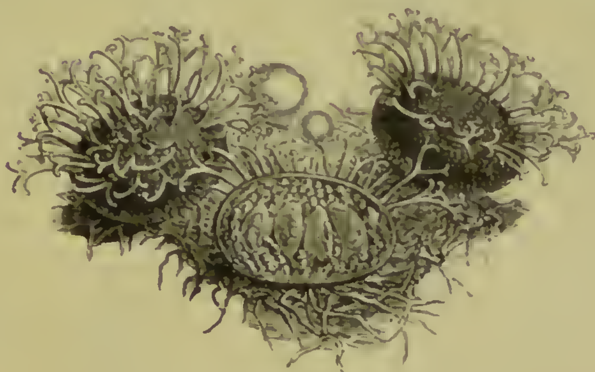
Für Freunde der Natur und mit Berücksichtigung der studirenden Jugend bearbeitet

von

Dr. Moritz Willkomm,

Ordentlicher Professor an der K. K. Universität und Direktor
des K. K. Botanischen Gartens zu Prag

Vierte, wesentlich vermehrte und umgearbeitete Auflage.



Mit mehr als 1200 Figuren auf 300 Illustrationen, nebst einem Titelbilde.

Leipzig.

Verlag von Otto Spamer.

1878.

19 833 166.

Leipzig, Druck von Giesecke & Devrient.

Vorwort zur ersten und zweiten Auflage.

Die günstige Aufnahme, welche die bisher erschienenen, eben so durch gediegenen Inhalt, als durch schöne Ausstattung und ungewöhnliche Billigkeit ausgezeichneten Theile der „Illustrirten Familien- und Volks-Bibliothek“ überall fanden, veranlaßte den Herrn Verleger dieses verdienstlichen encyklopädischen Werkes schon vor längerer Zeit, dasselbe mit einer neuen Serie populärer Schriften zu bereichern. Während nämlich die früheren Theile ausschließlich die Verbreitung von Kenntnissen, wie sie das praktische Leben erheischt, zum Zwecke hatten, sollte die neue Serie eine minder materielle Tendenz verfolgen: sie sollte der Förderung allgemein humanistischer Bildung gewidmet sein. Demgemäß beschloß der Herr Verleger, in einer neuen Reihe von billigen populären Schriften das Interessanteste und Wissenswertheste aus allen Gebieten der Naturkunde in anziehenden und allgemein verständlichen Schilderungen und erläutert durch gute Abbildungen dem großen Publikum vorzulegen und auf diese Weise auch dem Unbemittelten die Gelegenheit zu verschaffen, sich mit der Heimat des Menschen, mit der Natur, bekannt und vertraut zu machen. So entstand das „Buch der Geologie“, und dieselbe Tendenz liegt auch den „Wundern des Mikroskops“ zu Grunde, deren Bearbeitung ich im Jahre 1854 auf den Wunsch des Herrn Verlegers übernahm.

Ueberzeugt, daß nichts in der den Menschen umgebenden Natur so geeignet sei, ihn mit Bewunderung und Liebe gegen diese zu erfüllen, wie die unmittelbare Anschauung und Erkenntniß des ihn in tausendfacher Gestalt fort und fort umschwebenden unsichtbaren Lebens und des wunderbaren Baues des Pflanzen- und Thierkörpers, ja seines eigenen Leibes, glaubte der Verfasser in diesem Buche nicht eine bloße Auswahl auffallender mikroskopischer Bilder zusammenhanglos vor den Augen des Lesers vorüberführen, sondern Letzteren gewissermaßen mit dem Mikroskop in der Hand durch alle Reiche der Natur führen und in das Innere der Naturkörper, folglich auch seines eigenen Leibes, blicken lassen zu müssen. Denn nur auf diese Weise war es möglich, den Leser das Alles durchdringende „Leben im kleinsten Raume“ seinem ganzen Umfange nach kennen zu lehren. Daß mir dies nicht ganz mißlungen sei, das beweisen die vielfachen günstigen Beurtheilungen, welche den „Wundern des Mikroskops“ zu Theil geworden sind; das beweist die Verbreitung, welche dieses Buch über die Grenzen Deutschlands hinaus — zu Leyden erschien eine holländische Uebersetzung — gefunden hat; das beweist endlich die Thatsache, daß wenige Jahre nach dem Erscheinen der ersten Auflage (1856) eine neue (1860) sich nöthig machte.

Obwol diese neue Auflage ganz wesentliche Verbesserungen und Vermehrungen, sowol bezüglich des Inhalts als der Illustrationen (besonders in den Abschnitten über die Infusorien, Pilze, Strahlthiere und Würmer) erfahren hat, auch mit einem ganz neuen, zahlreiche Illustrationen enthaltenden Abschnitte, welcher das Mikroskop als Waarenprüfer vorführt, bereichert worden ist: so genügt dieselbe doch nicht mehr den Ansprüchen, welche das Publikum an ein Buch zu stellen berechtigt ist, das die Fortschritte der mikroskopischen Forschung und der Bedeutung des Mikroskops nach allen Richtungen hin schildern soll, weil seit dem Jahre 1860 die Anwendung des Mikroskops für praktische Zwecke weit allgemeiner geworden ist, als es früher der Fall war. Denn nicht allein Fabrikanten und Kaufleute, Landwirthe und Gärtner, Menschen- und Thierärzte bedienen sich gegenwärtig des Mikroskops als Prüfungsmittel, sondern dasselbe hat auch Anwendung bei der Ausübung der Gesundheitspolizei, der gerichtlichen Medizin, sowie der Rechtspflege gefunden. Deshalb hielten Verleger und Verfasser es für zeitgemäß, von der zweiten Auflage die vorliegende Ausgabe zu veranstalten, welche nicht allein mancherlei Berichtigungen, sondern auch einen ganz neuen Abschnitt: „Das Mikroskop im Dienst der Heilkunde, Gesundheitspolizei und Rechtspflege", enthält. Auf Grund dieser nicht unerheblichen Vermehrung und Verbesserung geben sich sowol Verfasser als Verleger der Hoffnung hin, daß dies Buch sich von Neuem zahlreiche Freunde in allen Kreisen des gebildeten Publikums erwerben und seinem Zwecke, Aufklärung und Belehrung zu verbreiten, immer mehr entsprechen werde.

Tharandt, am 21. Januar 1860.

Der Verfasser.

Vorwort zur dritten Auflage.

Diese neue Auflage der „Wunder des Mikroskops", deren Erscheinen der beste Beweis ist, daß die am Schlusse des Vorwortes zur zweiten Ausgabe der zweiten Auflage ausgesprochene Hoffnung des Verfassers und Verlegers bald in Erfüllung gegangen ist, enthält eine fast ganz neue Bearbeitung vieler in diesem Buche behandelter Gegenstände, bei welchen die neueren und neuesten Ergebnisse der mikroskopischen Forschung nach allen Richtungen hin eine möglichst sorgfältige Berücksichtigung gefunden haben. Eine völlige Umgestaltung und bedeutende Erweiterung hat der vierte Abschnitt erfahren,

während in den meisten übrigen Abschnitten einzelne Theile (z. B. im ersten Abschnitte die Diatomeen, im sechsten das Horngewebe, Muskelgewebe, Gewebe der Gefäße u. a., im achten die pflanzlichen Parasiten) neu bearbeitet worden oder auch neue und sehr wesentliche Zusätze (z. B. im achten Abschnitt das Drüsen-, Leber- und Nierengewebe) hinzugekommen sind. Daß das ganze Buch bedeutende Erweiterungen und Verbesserungen erfahren hat, beweist die beträchtlich größere Stärke trotz des gewählten größeren Formats (drei volle Bogen mehr als in der letzten Ausgabe), sowie die viel größere Anzahl von Illustrationen (55 Figuren mehr!). Bezüglich der letzteren verdient hervorgehoben zu werden, daß der Verfasser und Verleger bemüht gewesen sind, mittelmäßige oder dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht mehr entsprechende Abbildungen durch bessere zu ersetzen und daß die neu hinzugekommenen nach den besten Vorlagen aus klassischen, populären und wissenschaftlichen Werken oder auch unmittelbar nach mikroskopischen Präparaten gezeichnet worden sind. Diejenigen Leser, welche sich selbst eingehender mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigen wollen, werden in der aus der Feder eines namhaften Mikroskopikers (Herrn E. Ebeling in Braunschweig) herrührenden Abhandlung „Ueber die Messung der Vergrößerung des zusammengesetzten dioptrischen Mikroskops und Messung der Objekte“, welche der ebenfalls verbesserten Einleitung als zweiter Abschnitt beigefügt worden ist, gewiß eine wesentliche und dankenswerthe Erweiterung unseres Buches erblicken. Endlich ist der Verfasser bemüht gewesen, durch sorgfältige Ausarbeitung eines viel reichhaltigeren Sachregisters und Hinzufügung eines Registers der wissenschaftlichen Benennungen der im Text erwähnten Pflanzen und Thiere die Benutzung seines Buches möglichst zu erleichtern.

Dorpat, im Oktober 1870.

Der Verfasser.

Vorwort zur vierten Auflage.

Ueber zwanzig Jahre sind verflossen, seit die „Wunder des Mikroskops“ in erster Auflage das Licht der Welt erblickt haben. Die riesigen Fortschritte, welche die Mikroskopie und an ihrer Hand die Naturforschung während dieses verhältnißmäßig kurzen Zeitraumes gemacht haben, sind auch an diesem kleinen Buche nicht spurlos vorübergegangen: denn bei Vergleichung der verschiedenen Auflagen und Ausgaben, welche sich im Laufe der Zeit nöthig gemacht,

ergiebt sich, daß jede neue nicht nur einen beträchtlich größeren Umfang als die vorhergehende besitzt, sondern auch zahlreiche Abänderungen, Verbesserungen und Zusätze enthält, ja daß in einzelnen Auflagen ganz neue Abschnitte hinzugekommen sind, andere eine gänzliche Umgestaltung erfahren haben. Dasselbe gilt auch von der nunmehr vollendeten vierten Auflage, denn in dieser erscheinen der fünfte und sechste Abschnitt in fast ganz neuer Bearbeitung. Die bedeutende Umgestaltung, welche die zoologische Wissenschaft, insbesondere die vergleichende Anatomie und die Entwicklungsgeschichte der Thiere, Dank der mikroskopischen Forschung und besseren Untersuchungsmethoden in den letzten Jahrzehnten erlitten hat, und der Umstand, daß der Verfasser dieses Buches seit einer Reihe von Jahren weder Beruf noch Zeit gehabt, den rapiden Fortschritten der Zoologie zu folgen, veranlaßten ihn und den Herrn Verleger, jene beiden Abschnitte einem Zoologen von Fach zur Durchsicht und eventuellen Umarbeitung zu übergeben. Auf die Bitte des Herrn Verlegers hat kein Geringerer, als Herr Geheimrath Dr. Rudolf Leuckart sich der mühevollen Arbeit unterzogen, jene beiden Abschnitte durchzusehen und theilweise neu zu bearbeiten, um dieselben dem gegenwärtigen Stande der Zoologie entsprechend herzustellen. Außer zahlreichen Veränderungen wird der Leser in jenen beiden Abschnitten auch viele Zusätze und manches ganz Neue, erläutert durch neue, vorzügliche Illustrationen finden. Aber auch die meisten übrigen Abschnitte haben Verbesserungen und Vermehrungen aufzuweisen. Verfasser erlaubt sich in dieser Beziehung auf die in dieser Auflage zum ersten Male ausführlicher besprochenen Strahlrhizopoden (im 1. Abschnitte) und Schizomyceten (im 8. Abschnitte), auf die Bearbeitung der Desmidieen (im 1. Abschnitte), sowie der Flechten und der Oberhautgebilde der Pflanzen (im 4. Abschnitte), endlich auf so manche Veränderung in der Einleitung aufmerksam zu machen. Auch diesmal sind Verfasser und Verleger bemüht gewesen, veraltete Illustrationen durch bessere und zeitgemäßere zu ersetzen. Und so hoffen Beide, daß die „Wunder des Mikroskops“ auch in diesem neuen Gewande dieselbe freundliche Aufnahme in den gebildeten und Bildung suchenden Kreisen finden werden, deren sich alle bisher erschienenen Auflagen zu erfreuen gehabt haben.

Prag, im Oktober, 1877.

Der Verfasser.

Die

Wunder des Mikroskops.

Inhaltsverzeichniß.

Am Schluß des Buches befindet sich ein ausführliches alphabetisches Register.

Einleitung.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.

Siebenter Abschnitt.

Achter Abschnitt.

Die

Wunder des Mikroskops.

Einleitung.

I. Das Mikroskop.

Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops und ganz besonders die außerordentliche Vervollkommnung, welche diesem Instrumente in der neuesten Zeit zu Theil geworden ist, hat dem Auge des Menschen eine bisher ungeahnte Welt von Wundern erschlossen. Aber nur wenige von Denen, welche dieses Buch der Unterhaltung und Belehrung halber zur Hand nehmen, dürften Gelegenheit, Zeit oder hinlängliche Mittel besitzen, selbst mikroskopische Untersuchungen machen und sich mit ihren eigenen Augen unmittelbar an den Wunderwerken der Schöpfung ergötzen zu können, die uns überall umgeben, ja die selbst noch der herabfallende Regentropfen und der verachtete Staub der Straßen birgt. Denn einestheils sind gute Mikroskope sehr kostspielige Instrumente, anderntheils erheischt das Beobachten mit dem Mikroskope bedeutende Vorkenntnisse, Uebung und Geschicklichkeit. Wer sich mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigen will, muß nicht allein mit dem Mechanismus seines Instruments und mit den physikalischen Gesetzen, auf denen die Wirkung desselben beruht, vollkommen vertraut sein; er muß auch erst sein Auge an das Mikroskop gewöhnen, er muß, mit einem Worte, erst mikroskopisch sehen lernen, bevor er in die Hallen des Wunderbaues eindringen kann, den die Natur in dem kleinsten wie in dem größten ihrer zahllosen Geschöpfe — dem unbewaffneten Auge des Menschen freilich verborgen — aufgerichtet hat. Endlich erfordert der Gebrauch des Mikroskops, besonders die Zurichtung (das Präpariren) der zu untersuchenden Gegenstände (der Objekte), wegen der Kleinheit einen ziemlich bedeutenden Grad von Geschicklichkeit in der Hand, welche nur eine längere Zeit und mit der größten Ausdauer fortgesetzte Uebung erwerben kann. Aus allen diesen Gründen wird das Mikroskop niemals ein Gemeingut aller Derjenigen werden, die sich für die Natur interessiren, sondern immer das Besitzthum weniger Auserwählten bleiben. Doch was unmittelbare Anschauung nicht zu gewähren vermag, versinnlicht oft ein getreues Bild, eine lebendige, klare Beschreibung.

Nur Wenigen ist es trotz der Eisenbahnen und Dampfschiffe vergönnt, fremde Länder und Völker aus eigener Anschauung kennen zu lernen, und doch kann sich Jedermann, wenn er sonst will, mit geringen Mitteln eine ziemlich genaue Kenntniß von den Riesenbauten der alten Aegypter und Römer, von den Wundern des Krystallpalastes zu Sydenham, von der großartigen Gebirgsscenerie der Alpen und der unübertroffenen Pracht der Urwälder Brasiliens verschaffen, indem zahlreiche und billige illustrirte Volksschriften und Zeitungen

auch Denjenigen, welcher sich Reisebeschreibungen und Kupferwerke nicht zu kaufen vermag, reiche Gelegenheit dazu bieten. Ein solches Mittel der Belehrung soll auch dieses Buch sein, welches den Zweck hat, alle Freunde der Natur, die wegen ihrer Vermögensumstände oder ihrer Berufsgeschäfte an eigenen Untersuchungen mit dem Mikroskop verhindert sind, in die Wunderwelt einzuführen, welche dieses Instrument bis jetzt zur Kenntniß des Menschen gebracht hat. Doch bevor ich den freundlichen Leser den ersten Blick in das geheimnißvolle Innere des unentweihten Tempels der Natur thun lasse, muß ich ihn zuvor mit dem Instrumente, dem die Naturkunde so große Errungenschaften verdankt, mit seiner Einrichtung, seiner Anwendung und seiner Geschichte etwas näher bekannt machen. Vielleicht bekommt er durch die Lektüre dieses Buches Lust, jenes schöne Instrument, wenn ihm anders dazu Gelegenheit geboten wird, selbst zu handhaben. Für diesen Fall soll mit der Schilderung des Mikroskops auch eine leicht faßliche Anleitung zu dessen Gebrauch wie zum Präpariren der Objekte und deren Aufbewahrung, ferner eine Belehrung über das Messen der Vergrößerung der Mikroskope und über das Messen der Objekte verbunden werden.

Das Mikroskop ist, wie sein Name besagt, ein Instrument, um das Kleine zu sehen. Während sein Gegensatz, das Teleskop oder Fernrohr, dem menschlichen Auge den Blick in die Welt des Großen (den Makrokosmus), eröffnet, während dieses ihm z. B. die Wunder des gestirnten Himmels oder die Fernen einer Gebirgsansicht erschließt und ihm die entferntesten Gegenstände nahe rückt, dient das Mikroskop dazu, die Welt des Kleinen (den Mikrokosmus), d. h. die Natur der kleinsten, dem bloßen Auge wegen ihrer Kleinheit unerkennbaren Geschöpfe und die oft fast unmeßbar kleinen, aber mit der größten Regelmäßigkeit nach bestimmten Gesetzen geformten Theilchen, aus denen die größeren Naturkörper zusammengesetzt sind, kennen zu lernen. Während uns das Fernrohr unseren nächsten Umgebungen, ja sogar der Erde entrückt und uns in weite, oft unerreichbare Fernen versetzt, fesselt uns das Mikroskop an die Erde, indem es uns den innern Bau der uns unmittelbar nahen Gegenstände, ja unseres eigenen Körpers, offenbart. Das Mikroskop ist das Sehrohr der Nähe, das Teleskop das Sehrohr der Ferne.

Worauf beruht aber die wunderbare Wirkung des Mikroskops? Auf demselben Umstande, welcher die Wirkung des Teleskops bedingt, nämlich auf der Vergrößerung des Sehwinkels durch konvexe Glaslinsen. Sehwinkel nennt man den Winkel, den die von den Endpunkten eines von uns betrachteten Gegenstandes ausgehenden Lichtstrahlen bei ihrer Kreuzung in unserm Auge machen. Der Sehwinkel wird größer oder kleiner, je nachdem man den Gegenstand dem Auge mehr nähert oder weiter von demselben entfernt. Der Annäherung an das Auge ist endlich eine Grenze gesetzt, über welche hinaus kein deutliches Sehen mehr möglich ist. Einem vollständig gesunden Auge kann man ein Objekt bis auf 25 Centimeter nähern, und wird dasselbe etwa in dieser Entfernung die deutlichste Vorstellung von demselben gewinnen. So wird z. B. in Fig. 1 durch die punktirten Linien b und c der Sehwinkel angedeutet, den die von den Enden des von dem Auge betrachteten Pfeiles b'' c'' ausgehenden Lichtstrahlen in dem Auge bilden, oder mit anderen Worten, der Sehwinkel, unter welchem der Pfeil b'' c'' dem Auge erscheint, wenn derselbe sich in der deutlichen Sehweite befindet. Je größer der Winkel ist, unter welchem irgend ein

Gegenstand (Objekt) vor dem Auge gesehen wird, desto größer wird dem Auge auch der Gegenstand erscheinen; je kleiner hingegen der Sehwinkel, desto kleiner. Nun ist es eine bekannte Sache, daß, je mehr wir ein Objekt unserm Auge nähern, dasselbe desto größer, je mehr wir es aber davon entfernen, es desto kleiner erscheint, da im ersten Falle der Winkel, unter dem wir den Gegenstand sehen, weiter, im zweiten Falle enger wird: Befände sich z. B. in Fig. 1 der Pfeil b'' c'' an Stelle der Linse f' g', so würde er dem Auge weit größer erscheinen, weil sich die von f' und g' ins Auge fallenden Lichtstrahlen dort unter einem viel weitern Winkel kreuzen als die von b'' und c'' kommenden.

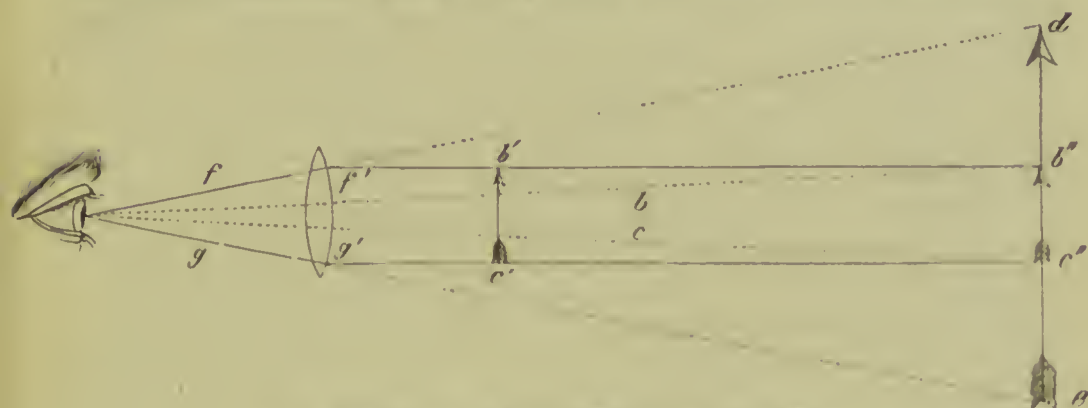


Fig. 1. Vergrößerung des Sehwinkels durch eine konvexe Linse.

Ein solches, freilich nur scheinbares Näherbringen des Objekts an das Auge wird nun auch durch *konvexe Linsen*, d. h. durch runde, auf beiden Flächen erhaben geschliffene, also linsenförmige Gläser hervorgebracht. Dergleichen Gläser besitzen nämlich die merkwürdige Eigenschaft, die durch sie hindurchgehenden Lichtstrahlen zu brechen und dieselben an einem in bestimmter Entfernung von der Linse gelegenen Punkte wieder zu sammeln. Der Punkt, wo die gebrochenen Lichtstrahlen wieder zusammenkommen, wird der *Brennpunkt* (Fokus) der Linse, die Entfernung dieses Punktes von der Linse deren *Brennweite* (Fokalabstand) genannt, deshalb nämlich, weil, wenn man die Sonnenstrahlen durch ein solches Glas hindurchgehen läßt, leicht entzündbare Körper, wie Papier, Feuerschwamm u. a., in dem Punkte, wo die durchgegangenen und gebrochenen Sonnenstrahlen zusammentreffen, in Brand gerathen, indem durch die Sammlung (Konzentration) des Sonnenlichts auch zugleich eine Konzentration der Sonnenwärme bewirkt wird. Man nennt deshalb solche Linsen auch *Brenngläser*, besonders große, indem diese sich zur Konzentration der Sonnenstrahlen am besten eignen. Diese Brechung, welche die Lichtstrahlen beim Durchgange durch eine Konvexlinse erleiden, ist die Ursache, daß es dem Auge möglich wird, Gegenstände deutlich zu sehen, welche ihm näher liegen, als der Punkt der deutlichen Sehweite. Fig. 1 wird dies dem Leser anschaulich machen. Das Auge befindet sich im Brennpunkte der Linse f' g' und betrachtet durch diese Linse hindurch den Pfeil b' c', welcher dem Auge ohne die Linse unter dem Sehwinkel b c, folglich in der Größe von b'' c'' erscheinen würde. Allein die von b' c' ausgehenden und senkrecht auf die Linse einfallenden Lichtstrahlen erleiden bei ihrem Durchgange durch die Linse eine solche Brechung, daß das Bild des Pfeiles dem Auge unter dem Winkel f g, d. h. in der Größe von e d erscheint. Man bedient sich daher solcher konvexer

Linsen allgemein als Vergrößerungsgläser. Vergrößerungsgläser von 3 bis $1/2$ Zoll Brennweite werden Lupen, andere von geringerer Brennweite einfache Mikroskope genannt. Durch letztere läßt sich bereits eine zweihundertfache, ja noch stärkere Linearvergrößerung d. h. Vergrößerung des wirklichen Durchmessers des Objekts, erzielen. Doch ist der Gebrauch solcher stark vergrößernder einfacher Mikroskope höchst unbequem, indem man wegen der außerordentlichen Kürze ihrer Brennweite sowol das Objekt der Linse sehr nähern muß, wobei das Objekt häufig an der Linse hängen bleibt, als auch die Linse unmittelbar an das Auge zu halten genöthigt ist. Außerdem wird das Gesichtsfeld, d. h. der übersehbare Theil des Objekts, immer kleiner, und zugleich die aus der Farbenzerstreuung der Lichtstrahlen entspringende Undeutlichkeit des Bildes immer größer, je mehr sich eine solche Linse der Kugelgestalt nähert, was bei den stark vergrößernden einfachen Mikroskopen (wie z. B. bei den vielfach empfohlenen sphärischen Linsen oder sogenannten „Vogelaugen" von Brewster) stets der Fall ist.

Diese so eben angedeuteten Uebelstände und Unbequemlichkeiten werden vermieden, wenn man sich statt einer einzigen dicken Linse mehrerer in bestimmten Abständen von einander im Innern einer Röhre angebrachter Linsen von verschiedenem Lichtbrechungsvermögen (Reflexionsvermögen) bedient, d. h. wenn man statt des einfachen Mikroskops das zusammengesetzte Mikroskop in Anwendung bringt. Wie verschieden auch die Mechanik der im Laufe der Zeit erfundenen zusammengesetzten Mikroskope, und wie komplizirt die Konstruktion ihrer Linsen sein möge, immer beruht ihre Wirkung auf einem und demselben Umstande, nämlich auf der eigenthümlichen Wirkung dreier hinter einander gestellter Linsen von verschiedener Brennweite. Die unterste und kleinste Linse, welche das Objektivglas genannt wird, weil sie dem Objekt zugekehrt ist, hat immer eine kürzere Brennweite als die oberste, größere Linse, die man das Okularglas nennt, weil sich diese dem beobachtenden Auge zunächst befindet. Zwischen diesen beiden Linsen ist noch eine Sammellinse (Kollektivlinse) angebracht, welche das durch das Objektiv hervorgebrachte Bild auf das Okular überträgt. (S. Fig. 2, wo C D das Objektiv, H G das Okular, F E die Sammellinse ist.) Diese drei Linsen wirken nun folgendermaßen. Die von dem Objekte A B ausgehenden Lichtstrahlen werden durch die Objektivlinse C D in der Weise gebrochen, daß sie, wenn sie ungehindert weiter gehen könnten, in der Gegend des Okulars H G ein vergrößertes umgekehrtes Bild des Objekts von der durch die Buchstaben A' B' angedeuteten Größe geben würden. Da diese Strahlen aber unterwegs durch die Sammellinse F E hindurchgehen müssen, so erleiden sie daselbst eine neue Beugung, so daß das umgekehrte Bild des Objekts nur mäßig vergrößert in A'' B'' erscheint. Dieses Bild nun betrachtet das Auge durch die Okularlinse G H, welche die Lichtstrahlen in so bedeutendem Grade beugt, daß das Bild des Objekts dem Auge unter einem sehr weiten Sehwinkel in der Gegend von B''' A''' erscheint. Die Vergrößerung, welche das zusammengesetzte Mikroskop gewährt, hängt von der Brennweite des Okular- und Objektivglases ab und ist dem Produkt aus der Vergrößerungszahl beider gleich. Wenn z. B. das Objektiv den Gegenstand zwanzig, das Okular denselben dreißig Mal vergrößert, so wird die Vergrößerung eine sechshundertfache sein. Es ist hierbei einerlei, ob das Objektiv oder das Okular am stärksten vergrößert. Doch erhält

man im Allgemeinen ein deutlicheres Bild, wenn man ein starkes Objektiv mit einem schwachen Okular verbindet, als wenn man das Entgegengesetzte thut. Die zusammengesetzten Mikroskope gewähren folglich ungleich stärkere Vergrößerungen als die einfachen, ja man hat solche Instrumente verfertigt, die den Durchmesser des Objekts zwei- bis dreitausend Mal vergrößern. Solche sehr stark vergrößernde Mikroskope leiden jedoch an denselben Mängeln, die oben an den stark vergrößernden einfachen Mikroskopen gerügt worden sind, weil dann die Objektiv- und die Okularlinse ebenfalls beinahe kugelig sein müssen und dieselben dann natürlich nur eine höchst geringe Brennweite besitzen können. Infolge davon wird das Sehfeld äußerst klein, die Beleuchtung des Bildes sehr schwach, das Bild selbst höchst undeutlich. Solche übermäßig starke Vergrößerungen nützen daher so viel wie gar nichts, weshalb man gegenwärtig selbst bei den größten Mikroskopen den Grad einer 1500fachen Linearvergrößerung für gewöhnliche, sogenannte „trockne" Objektive selten zu übersteigen pflegt. Viel stärkere Vergrößerungen gewähren aber die neuester Zeit erfundenen Immersionslinsen oder Immersionssysteme (s. unten), durch welche zugleich das mikroskopische Bild an Schärfe der Umrisse gewinnt. Das Haupterforderniß eines guten Mikroskops ist nämlich möglichste Klarheit und Deutlichkeit des Bildes. Ohne diese Eigenschaften gewährt ein mikroskopisches Bild, auch wenn es sehr stark vergrößert ist, durchaus keinen Nutzen. Außerdem ist es höchst wünschenswerth, ein möglichst großes Gesichtsfeld bei der Beobachtung zu haben. Ein- bis vierhundertfache Linearvergrößerungen sind daher die besten zum Beobachten und auch in den meisten Fällen vollkommen ausreichend. Stärkere Vergrößerungen braucht man nur dann anzuwenden, wenn man Einzelnheiten des mikroskopischen Bildes noch genauer studiren oder mikroskopische Objekte messen will, indem man in diesem Falle keines großen Gesichtsfeldes bedarf.

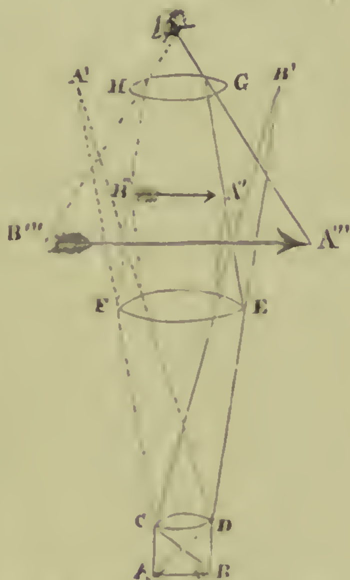


Fig. 2. Optik des zusammengesetzten Mikroskops.

Bei den ersten zusammengesetzten Mikroskopen, welche verfertigt wurden, bestand sowol das Objektiv als das Okular blos aus einer einzigen, doppeltkonvexen Linse, wie im Schema Fig. 2. Da aber solche Linsen, sobald sie einigermaßen dick sind, oder mit anderen Worten, wenn sie eine kurze Brennweite besitzen, eine sehr bedeutende Zerstreuung der in den Lichtstrahlen enthaltenen Farben bewirken (man nennt diesen Fehler der doppeltkonvexen Linsen die „chromatische Aberration"), so lieferten jene Mikroskope bei nur einigermaßen starken Vergrößerungen ein von regenbogenfarbigen Ringen umgebenes und deshalb undeutliches Bild. Ein anderer Fehler der doppeltkonvexen Linsen ist die „sphärische Aberration", d. h. die Abweichung der durch den Rand der Linse gehenden Lichtstrahlen (Randstrahlen) von dem Hauptbrennpunkte, wodurch das Bild natürlich auch undeutlich werden muß. Dem ersten Uebelstande wurde durch die Erfindung der achromatischen Objektivlinsen abgeholfen, d. h. solcher

Objektivlinsen, welche selbst bei sehr geringer Brennweite kein farbiges (chromatisches) Bild geben. Dieselben bestehen aus zwei verschieden geformten, mittels Terpentins oder kanadischen Balsams zusammengekitteten Linsen von verschiedenem Material und verschiedenem Brechungsvermögen. Die untere Linse ist doppeltkonvex, die obere auf der der untern Linse zugekehrten Fläche konkav (ausgehöhlt), auf der entgegengesetzten eben, der ganze zusammengesetzte Linsenkörper (die Linsenkombination) folglich plankonvex. Die untere Linse besteht aus sogenanntem Crownglas, die obere aus Flintglas, welches bedeutend weicher ist als das Crownglas. Der Achromatismus, d. h. die Vermeidung der Farbenzerstreuung kann auch dadurch erreicht werden, daß man zwischen den beiden Linsen einen kleinen Raum läßt; solche Linsenkombinationen nennt man dialytische. Eine noch größere Vollkommenheit des mikroskopischen Bildes wurde dadurch erzielt, daß man die Objektive aus zwei bis drei an einander geschraubten achromatischen Linsen von verschiedenem Brechungsvermögen verfertigte. Dadurch hat man nicht allein eine ungemein große Klarheit und Deutlichkeit des Bildes selbst noch bei sehr starken Vergrößerungen erlangt, sondern auch ein größeres Sehfeld. Ein aus mehreren achromatischen Linsen zusammengesetztes Objektiv nennt man ein Linsensystem. Linsensysteme, welche so eingerichtet sind, daß auch die sphärische Aberration möglichst vermieden ist, nennt man aplanatische. Bei größeren Mikroskopen pflegen immer mehrere Linsensysteme und Okulare zu sein, welche verschiedene Vergrößerungsgrade gewähren. So besitzen die großen Mikroskope, welche Hartnack und Prazmowski (Oberhäuser's Nachfolger) in Paris und Potsdam gegenwärtig verfertigen, nicht weniger als 18 verschiedene Linsensysteme und 8 Okulare. Das System Nr. 5 giebt mit dem Okular Nr. 1 eine 200fache, das System 9 mit demselben Okular eine 350fache, dasselbe System mit dem sechsten Okular eine 1400fache, noch vollkommen brauchbare Linearvergrößerung. Die Okular- und Kollektivlinse macht man gegenwärtig auch nicht mehr doppeltkonvex, sondern plankonvex, weil plankonvexe Linsen eine viel geringere Farbenzerstreuung bewirken und deßhalb größere Deutlichkeit des Bildes gewähren als doppeltkonvexe. Die konvexe Fläche beider Linsen muß stets dem Objektiv zugekehrt sein. Die Sammellinse ist zwei- bis dreimal so breit wie die Okularlinse und muß stets in einem solchen Abstande von der letztern angebracht sein, daß das mikroskopische Bild (A''' B''' in Fig. 2) genau in den Brennpunkt der Okularlinse fällt.

Einen großen Fortschritt in der Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskops bezeichnete die Erfindung der oben erwähnten Immersionssysteme. Der Unterschied von den gewöhnlichen Objektivsystemen besteht, abgesehen von der Art und Weise der Linsenkombinationen, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden kann, darin, daß bei deren Anwendung die Luftschicht, welche sich sonst selbst bei den stärksten Objektivsystemen, die dem mit einem Glasplättchen (Deckgläschen) bedeckten Objekt äußerst nahe gebracht werden müssen, zwischen dem System und dem Deckgläschen befindet, durch eine Wasserschicht ersetzt wird. Man giebt nämlich mittels eines Glasstäbchens oder Pinsels ein Tröpfchen destillirtes Wasser auf das Deckgläschen, ein zweites auf die Unterfläche des Linsensystems und nähert nun letzteres vorsichtig bis zum Zusammenfließen beider Tröpfchen. Das Linsensystem wird also in das Wasser eingetaucht und deßhalb nennt man dergleichen Systeme „Immersionssysteme“, (im Gegensatz zu diesen

die gewöhnlichen Systeme „trockne"). Der Vortheil und Vorzug der Immersionssysteme beruht darauf, daß Wasser ein stärker lichtbrechendes Medium ist, als Luft. Dadurch kommt die Reflexion der Lichtstrahlen an der Oberfläche des Deckgläschens und an der Oberfläche des Objektivs beinahe ganz in Wegfall, weshalb mehr Lichtstrahlen in das Mikroskop dringen und die dünne Wasserschicht die nämliche Wirkung hervorbringt, wie eine Vergrößerung des Schwinkels. Zufolge davon gewähren Immersionslinsen viel stärkere Vergrößerungen, ohne daß das mikroskopische Bild an Klarheit und Deutlichkeit verliert, was sonst bei mehr als 1500facher Vergrößerung (nicht so bei geringerer) immer der Fall ist. Die stärksten Hartnack'schen Immersionssysteme (No. 15—18) bewirken mit dem Okular No. 6 eine 3600 bis 5400fache Linearvergrößerung; ja Powell und Lealand in London haben Immersionssysteme verfertigt, welche eine 10—15000fache Linearvergrößerung bewirken sollen. Selbstverstandlich kann man sich der Immersionssysteme nur da bedienen, wo es sich um die Untersuchung von Einzelnheiten des mikroskopischen Bildes handelt, denn das Gesichtsfeld ist bei Immersionslinsen, zumal wenn man stark vergrößernde Okulare verwendet, immer nur sehr klein.

Nach diesen Bemerkungen über die Optik des zusammengesetzten Mikroskops, d. h. über die bei demselben in Anwendung kommenden Glaslinsen und deren Wirkung, wird es nunmehr Zeit, daß ich den Leser auch mit der Mechanik d. h. mit der Bauart dieser Instrumente und ihrer einzelnen Theile, bekannt mache. Damit will ich zugleich eine kurze Schilderung einiger der besten Mikroskope der Gegenwart verbinden. Ein jedes zusammengesetzte Mikroskop besteht aus vier Haupttheilen, aus der Röhre, dem Stativ, dem Objekttisch und dem Beleuchtungsapparat. Die Röhre ist ein hohler Messingcylinder von bestimmter Länge, welcher auf der Innenfläche geschwärzt ist, um die Zurückwerfung der Lichtstrahlen von ihren Wänden zu verhüten. In der Mitte der Röhre befindet sich ein sogenanntes Diaphragma, d. h. eine horizontal gestellte, von einem kreisrunden Loche durchbohrte Platte, welche den Zweck hat, die von den Rändern des Objektivglases ausgehenden Strahlen (die Randstrahlen) abzuhalten. Das untere Ende der Röhre ist kegelförmig verschmälert; an dasselbe werden die Objektivsysteme angeschraubt. Oben besitzt die Röhre eine weite Oeffnung, in die eine zweite viel kürzere Röhre von geringerem Durchmesser sehr genau hineinpaßt, welche die Okular- und Kollektivlinse enthält, erstere natürlich an der obern, letztere an der untern Oeffnung. Diese Röhre (die Okularröhre oder schlechtweg das Okular genannt) ist aus denselben Gründen wie die Hauptröhre an der Innenwand geschwärzt und zwischen den beiden Linsen, jedoch in der Nähe der Kollektivlinse, mit einem Diaphragma versehen. Die Röhre des Mikroskops mit dem Objektiv und Okular bildet den eigentlich optischen Theil des Instruments. Diese Röhre ist, um alle ihre Bewegungen genau reguliren zu können, an einem Stativ angebracht, welches zugleich den Objekttisch und den Beleuchtungsapparat trägt. Das Stativ muß solid und schwer sein, damit es fest stehe, und pflegt daher massiv aus Messing gearbeitet zu werden. Es besteht aus einem Fußgestelle und einer Säule, welche die genannten Apparate trägt. Das Fußgestell wird in sehr verschiedener Weise gefertigt. Für das beste galt früher ein zusammenschlagbarer Dreifuß, dessen Schenkel mit Stellschrauben versehen sind (Fig 4, f.); später zog man das durch Oberhäuser aufgebrachte „Trommel-

stativ" vor und gegenwärtig wird die Hufeisenform des Stativfußes (Fig 3) für die zweckmäßigste gehalten. Die Säule des Stativs kann rund oder eckig sein. Ihre Höhe hängt von der Lage ab, in welcher man das Mikroskop benutzen will. Braucht man es in senkrechter Stellung, so daß man das Objekt von oben herab betrachtet, so darf die Säule nicht zu hoch sein, weil sonst der Gebrauch des Instruments, wenn es auf einem gewöhnlichen Tische steht, sehr unbequem wird.

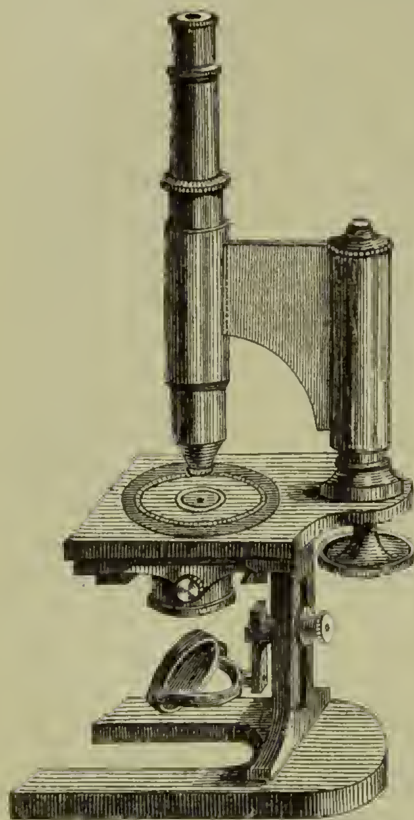


Fig. 3. Mikroskop in Hufeisenform. Von E. Hartnack.

Betrachtet man dagegen das Objekt in horizontaler Stellung, in welchem Falle auch die Röhre des Mikroskops horizontal gestellt und inwendig in der Nähe des Objektivs mit einem Prisma versehen sein muß, welches die Richtung der durch das senkrecht gestellte Objektiv fallenden Lichtstrahlen in der angegebenen Weise ändert (s. die Erklärung von Fig. 5), so kommt auf die Höhe der Säulen weniger an. In diesem Falle aber ist es am zweckmäßigsten, namentlich auch wegen des Zeichnens des mikroskopischen Bildes, der Röhre eine solche Höhe zu geben, daß der Abstand des Okulars von dem Tische, auf welchem das Mikroskop steht, genau der Entfernung entspricht, in welcher der Beobachter irgend einen Gegenstand mit seinen eigenen Augen deutlich sehen kann. Die Röhre des Mikroskops ist gewöhnlich in einer solchen Weise mit der Säule des Stativs verbunden, daß sie an letzterer auf und nieder bewegt werden kann. Diese Auf- und Niederbewegung wird entweder mittels einer an der Stativsäule über dem Objektentisch angebrachten Röhre von Messing bewerkstelligt, in welche die Mikroskopröhre genau hineinpaßt, so daß letztere darin auf und nieder geschoben werden kann und durch den Widerstand, den die Reibung verursacht, in jeder beliebigen Stellung festgehalten wird, oder, so, daß sich die Mikroskopröhre mittels einer an ihr befestigten Messinghülse an einer in die Stativsäule eingefügten Zahnleiste durch ein in deren Zähne eingreifendes, an jener Hülse befindliches Zahnrad auf und nieder bewegen läßt. Die Zahnleiste pflegt man dreikantig zu machen und aus Stahl zu verfertigen. Die Hülse muß sich natürlich genau an die Zahnleiste anschließen und daher auch dreikantig sein. Weniger gebräuchlich ist es, die Röhre des Mikroskops unbeweglich an die Stativsäule zu befestigen. In diesem Falle muß der Objektentisch so an dem Stativ angebracht sein, daß er sich an dessen Säule auf und nieder schieben läßt (s. Fig. 5). Außer dem Getriebe, welches die Röhre des Mikroskops oder dessen Tisch an der Säule des Stativs auf und nieder bewegt, ist bei den meisten Mikroskopen auch noch eine besondere feine Schraube (Mikrometerschraube) angebracht, um das Mikroskop ganz genau so einstellen (d. h. das Objektiv dem Objekt nähern) zu können, wie es die Beobachtung erheischt. An der dem Objektiv zugekehrten Seite der

Stativsäule befindet sich der Objekttisch. Derselbe besteht aus einer in der Mitte durchbohrten Platte und muß eine gewisse Festigkeit und eine geeignete Größe besitzen (etwa 2—3 Zoll breit und 4 Zoll lang sein), damit der Beobachter unbehindert auf demselben präpariren könne. Die Oeffnung des Tisches, welche dem Centrum der Objektivlinse genau gegenüber stehen muß, darf nicht zu enge sein, da sie für den Durchgang der von unten kommenden Lichtstrahlen bestimmt ist. Die Oberfläche des Tisches muß völlig eben und glatt sein, darf aber nicht aus polirtem Metall bestehen, damit sie das Licht nicht auf die Objektivlinse zurückwirft. Am besten ist es daher, den Tisch mit einer mattgeschliffenen Platte von schwarzem Glas zu bedecken. Ein solcher Tisch ist zugleich gegen die zerstörenden Einwirkungen von Säuren, welche bisweilen bei mikroskopischen Untersuchungen in Anwendung kommen, vollkommen gesichert.

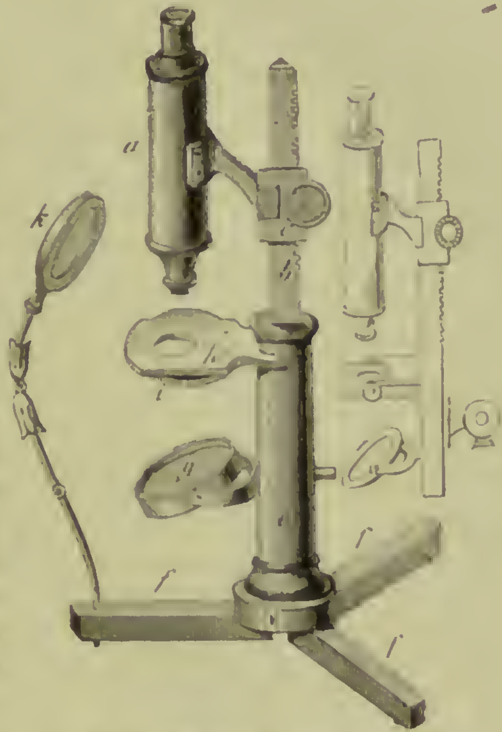


Fig. 4. Mikroskop von Schiek oder Plößl.

Der letzte wesentliche Theil eines jeden Mikroskops, der Beleuchtungsapparat, besteht aus einer Beleuchtungslinse oder einem Beleuchtungsprisma und einem Reflexionsspiegel. Die beiden zuerst genannten Instrumente sind bei der Untersuchung undurchsichtiger dunkler (opaker) Objekte, das zuletzt benannte bei der Untersuchung durchsichtiger Objekte unentbehrlich. Das gewöhnliche Tageslicht reicht nämlich nur bei ganz schwachen Vergrößerungen und wenn das Objektivglas direkt gegen das Licht gekehrt ist, aus. Sonst muß man stets einen Beleuchtungsapparat anwenden, um das nöthige helle Licht zu bekommen. Und zwar muß man bei einem undurchsichtigen Körper die Lichtstrahlen von oben auf diesen fallen, bei einem durchsichtigen dagegen sie von unten her durch denselben hindurchgehen lassen. So entsteht die verschiedene Beleuchtung mit auffallendem und durchgehendem Lichte. Auffallendes Licht

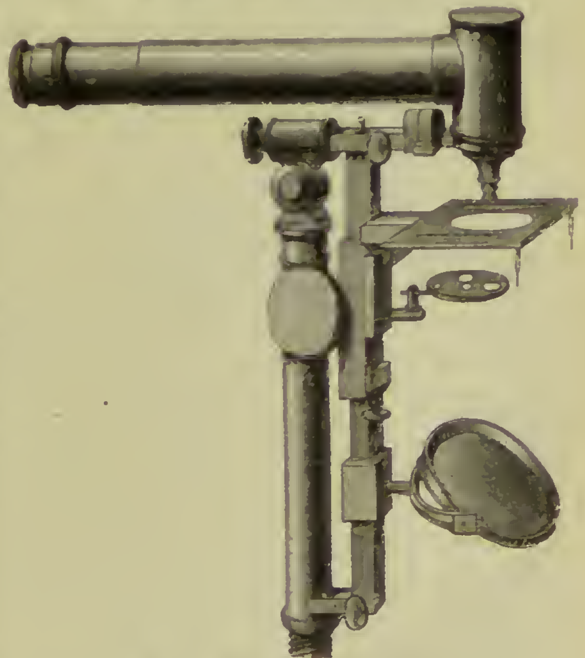
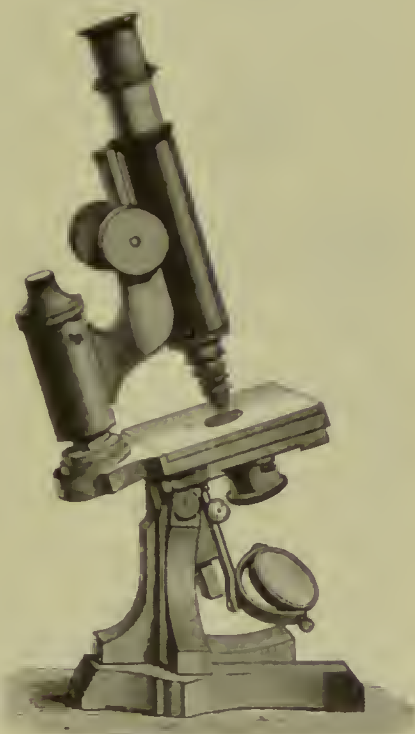


Fig. 5. Mikroskop von Chevalier.

erzeugt man entweder mittels einer großen doppeltkonvexen oder plankonvexen Linse (die Beleuchtungslinse), oder mittels eines dreiseitigen Glasprismas mit ebenen oder auch gekrümmten Flächen (Beleuchtungsprisma). Beide Apparate sind entweder mittels eines Stabes in einer Oeffnung des Objektentisches, oder an dem Fußgestelle, oder und am besten an einem besondern Stativ mit schwerem Fuß, an dem sie auf und nieder geschoben werden können, angebracht. Die Beleuchtungslinse und das Beleuchtungsprisma bringen ein sehr helles Licht hervor, allein das Objekt, welches dann stets auf einem undurchsichtigen Körper, am besten auf einer ganz schwarzen Platte, liegen muß, kann dabei immer nur von einer Seite, und zwar von derjenigen, von welcher das Licht herkommt, beleuchtet werden.

Eine bessere Beleuchtung opaker Objekte gewährt der sogenannte Lieberkühn'sche Spiegel. Es ist dies ein Hohlspiegel, der an dem Objektiv angebracht wird und die von dem unter dem Tische befindlichen Reflexionsspiegel kommenden Lichtstrahlen auf das Objekt zurückwirft. In diesem Falle muß das Objekt natürlich auf einer durchsichtigen Unterlage liegen und die Oeffnung des Tisches sehr weit sein. Für die Beleuchtung durchsichtiger Objekte bedient man sich des soeben erwähnten, unter dem Tische beweglich angebrachten Reflexionsspiegels. Derselbe ist gewöhnlich rund und doppelt, so daß sich auf der einen Seite ein Hohl-, auf der anderen ein Planspiegel befindet. Letztern benutzt man, wenn das äußere Licht sehr hell ist und für schwache Vergrößerungen ausreicht. Bei sehr starken Vergrößerungen reicht dieser nicht einmal aus, sondern es muß das von demselben auf das Objekt zurückgestrahlte Licht noch durch eine besondere Beleuchtungslinse, welche so am Tische angebracht ist, daß sie sich zwischen den Spiegel und die Oeffnung des Tisches horizontal einschieben läßt, verstärkt werden. Bei völlig durchsichtigen Objekten wird die Beleuchtung durch den Spiegel oft zu stark, so daß die Umrisse jener Objekte unsichtbar werden. Dann muß man die Lichtmenge vermindern, und dies geschieht entweder mittels eines unterhalb des Objektentisches verschiebbar angebrachten Diaphragma, welches mit vier bis fünf runden Oeffnungen von verschiedener Größe versehen ist, oder durch in die Oeffnung des Objektentisches passende durchbohrte Blenden. Durch diese Vorrichtungen kann man die Oeffnung des Tisches beliebig verkleinern und dadurch die Menge des hindurchgehenden Lichts vermindern. Oder man bedeckt den Spiegel theilweise durch einen Tuchring, welcher das Centrum des Spiegels mit etwa 12 Millimetern Durchmesser frei läßt. Nach dieser Schilderung des zusammengesetzten Mikroskops bitte ich den geehrten Leser, die Figuren 3, 4, 5, 6 näher anzusehen. Die erste zeigt eines der anerkannt vollkommensten Mikroskope der Gegenwart, ein großes Mikroskop von E. Hartnack, Fig. 4 eins der großen Mikroskope von Plößl in Wien oder Schiek in Berlin, welche früher und bis vor wenigen Jahren für die besten Instrumente galten, Fig. 5. ein großes Mikroskop mit horizontaler Röhre und darin befindlichem Prisma von dem nicht minder berühmten Mechaniker Chevalier in Paris. In Fig. 4 ist a die Röhre des Mikroskops, in welche oben die Okularröhre eingeschoben, unten das Objektiv angeschraubt erscheint, b die Zahnleiste, c die Hülse und d das Zahnrad zum Auf- und Niederbewegen der Mikroskopröhre, e die Säule des Stativs, fff der zusammenlegbare Dreifuß des Stativgestelles, g der Reflexionsspiegel, h der Objektentisch, i das unter demselben befindliche und verschiebbare Diaphragma zur Verminderung der vom Spiegel reflectirten Lichtstrahlen, k die Beleuchtungslinse. Die daneben

stehende, in bloßen Umrissen gegebene Figur zeigt eine Modifikation dieses Mikroskops von Plößl, bei welcher der Tisch und der Reflexionsspiegel an dem untern Theile der Zahnleiste befestigt sind und dieser mittels eines besondern, mit einem Charnier zu versehenen Ringes an das Stativ befestigt ist. Diese Vorrichtung gewährt die Bequemlichkeit, daß man die Röhre des Mikroskops in eine schiefe Stellung bringen kann, indem sich das Instrument bei dem Charnier nach hinten zurückschlagen läßt. Für diesen Fall müssen aber Klammern am Objektentische zum Festhalten des Objekts angebracht sein. Ebenso muß dann der Reflexionsspiegel nicht allein senkrecht beweglich, sondern auch seitlich verschiebbar sein, was übrigens bei senkrechter Stellung der Röhre zur Hervorbringung einer schiefen Beleuchtung, bei welcher gewisse feine Details oft allein erkennbar sind, durchaus nothwendig ist. Gegenwärtig pflegt man allen besseren Mikroskopen diese Konstruktion mit umlegbarer Röhre und seitlicher Verschiebung des Reflexionsspiegels zu geben und verbindet damit zugleich eine Drehbarkeit des Tisches (und des gesammten optischen Theiles) um seine eigene Achse, weil eine solche bei der Untersuchung große Bequemlichkeit gewährt. Fig. 6 zeigt ein solches Mikroskop neuester Konstruktion aus dem Atelier von C. Reichert in Wien. Flüssige Objekte, Blut, Milch u. a., lassen sich begreiflicher Weise auf diese Art nicht untersuchen, da bei der Umlegung des Mikroskops der Objektentisch ja eine schiefe Stellung erhalten muß. Dies ist jedoch möglich, wenn man blos dem obern Theile der Mikroskopröhre eine wagrechte Lage giebt (Fig. 5). Das Stativ a wird hier auf den Kasten des Mikroskops aufgeschraubt, eine Vorrichtung, die nicht zu empfehlen ist, weil man dann die in dem Kasten befindlichen Nebeninstrumente während der Beobachtung nicht gebrauchen kann und daher gezwungen ist, Alles vorher aus dem Kasten herauszunehmen. Dieses Stativ trägt an dem Querarm b den senkrechten viereckigen Balken c, welcher unten durch den Stift d auch an dem Stativ selbst befestigt ist. An diesem Balken befindet sich unter dem Reflexionsspiegel e oben der mit weiter Oeffnung versehene Objektentisch g, an dem zwei Klammern hh angebracht sind, darunter das Diaphragma f, welches auf die Seite gedreht werden kann, wenn es nicht gebraucht wird. Der Objektentisch läßt sich theils mittels Zahnleiste und Zahnrad, dessen Handhabe i ist, an dem viereckigen Balken auf und nieder bewegen, theils mittels der Stellschraube k in die feinere Einstellung bringen. Das vorderste Stück des Querbalkens b trägt den optischen Theil des Mikroskops, die Röhre mit dem Prisma l in dem Knie, dem Objektiv m und dem Okular n. Die Röhre kann bis o verlängert und der ganze


Fig. 6. Mikroskop neuester Konstruktion.

optische Theil abgenommen werden, wenn man einen durch die Schraube p festgehaltenen Stift löst. Der ganze viereckige Balken c mit den daran befestigten Apparaten läßt sich in q und r so drehen, daß der Objekttisch und der Spiegel über die Röhre mit dem Objektiv und Okular zu stehen kommen.

Außer dem Mikroskop selbst hat man bei mikroskopischen Untersuchungen noch verschiedene Nebenapparate nöthig. Zu den unentbehrlichsten gehört eine Vorrichtung zum Messen des mikroskopischen Bildes. Denn es ist von großer Wichtigkeit, sowol die Vergrößerung einer jeden Linsenkombination genau bestimmen zu können, als auch die wirkliche, natürliche Größe des beobachteten Objekts zu wissen. Es sind zur Messung des mikroskopischen Bildes sehr verschiedenartige Vorrichtungen und Instrumente erfunden worden; die allgemeinste Verbreitung haben jedoch der von Fraunhofer erfundene Schraubenmikrometer und der Glasmikrometer gefunden. Von diesen verdient der Glasmikrometer den Vorzug, denn der Schraubenmikrometer ist nicht nur ein sehr komplizirtes

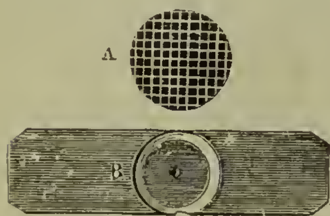


Fig. 7. Glasmikrometer.

und sehr theures Instrument, sondern wird auch viel leichter unbrauchbar als der Glasmikrometer, welcher höchstens 12 Mark kostet*). Der Glasmikrometer besteht aus einer Glasplatte, auf welche eine mikroskopische Meßskala mittels eines zu diesem Zwecke in einer besondern Maschine befestigten Diamants eingravirt ist. Fig. 7 stellt zwei Arten des Glasmikrometers dar. A ist ein in Quadrate, B ein in parallele Striche getheilter. Letzterer verdient den Vorzug, weil bei der quadratischen Eintheilung das Glas an den Kreuzungswinkeln der Theilstriche leicht ausspringt und weil die große Zahl der sich kreuzenden Linien leicht irre macht. Auf einem Glasmikrometer sind nämlich nicht blos so viele Linien eingravirt, wie die beigedruckten Figuren enthalten, sondern viel mehr, so daß dieselben mit dem bloßen Auge gewöhnlich gar nicht unterschieden werden können, sondern ihre Abstände erst unter dem Mikroskope sichtbar werden. Dies wird dem Leser begreiflich werden, wenn ich kurz bemerke, daß man auf dem Glasmikrometer einen Millimeter in hundert Theile einzutheilen pflegt. Bei den mit Parallelstrichen versehenen Glasmikrometern ist gewöhnlich jeder fünfte oder zehnte Theilstrich zur Erleichterung des Zählens länger ausgezogen und sind die einzelnen Millimeter numerirt. Die Anwendung des Glasmikrometers ist verschieden, am gebräuchlichsten aber, denselben im Okular anzubringen, indem man ihn auf das Diaphragma legt, so daß die gravirte Fläche der Kollektivlinse zugekehrt ist. Die Messung selbst geschieht einfach dadurch, daß man die Theilstriche des Mikrometers von der einen Grenze des mikroskopischen Bildes bis zur andern zählt und das Gefundene nach der angewendeten Vergrößerung berechnet. Der Werth des zwischen den Strichen befindlichen Raumes ist nämlich natürlicher Weise bei jeder Objektivvergrößerung ein anderer; die besseren optischen Institute der Gegenwart geben ihn gewöhnlich für jedes Linsensystem an, und dann ist blos eine kleine Rechnung nöthig, um aus der durch die Beobachtung gefundenen Zahl die wahre Größe des Gegenstandes zu erfahren. Wo solche Angaben fehlen, muß man ein zweites Glasmikrometer unter das Objektiv, also auf den Tisch,

*) Ein Okular mit Glasmikrometer kostet bei E. Hartnack blos 25 Frcs. oder 20 Mark. Ein Schraubenmikrometer kostet mindestens 120 Mark.

legen und dann bei der Beobachtung das Okular so drehen, daß die Theilstriche des einen Mikrometers genau über die Theilstriche des unter dem Objektiv befindlichen Mikrometers zu liegen kommen. Man sieht dann sogleich, in welchem Verhältniß die Theilstriche des einen Mikrometers zu denen des andern stehen. Das unter dem Objektiv liegende Mikrometer giebt dann die wirkliche Größe des Objekts an. Wenn z. B. 10 Theilungen des Okularmikrometers 25 Theile des Objektivmikrometers decken und der Durchmesser des mikroskopischen Bildes 5 Theilungen des Okularmikrometers mißt, so beträgt die wirkliche Größe des Objekts $= 25 \times 5 : 100 \times 10 = \frac{1}{8}$ Millimeter.

Neuerdings hat der mittlerweile verstorbene Professor Eduard Weber in Leipzig ein neues, ebenso sinnreiches als einfaches Glasmikrometer erdacht. Dasselbe besteht in einem ebenfalls in das Okular einzuschiebenden Glasplättchen, auf welchem mit einem Diamant ein Winkel von bestimmter Größe eingeschliffen ist, über dessen Oeffnung feine Parallelstriche in bestimmten, natürlich möglichst kleinen Abständen hinweggelegt sind. Will man ein Objekt messen, so schiebt man dasselbe auf dem Objekttische so, daß sein Bild in den Winkel hineingeräth, und zwar so lange, bis der zu messende Durchmesser des Objekts genau beide Schenkel des Winkels berührt.

Andere bei mikroskopischen Untersuchungen unentbehrliche Instrumente und Werkzeuge sind eine Anzahl Objektenträger und Deckgläser, einige scharfe Präparirmesser und Präparirnadeln, eine Schere, eine Pinzette, eine Vorrichtung zum Schneiden zwischen Kork oder Hollundermark, ein Schleifstein, ein Streichriemen, einige Haarpinsel, einige Uhrgläser, Glasstäbchen, Porzellanschälchen, eine Spirituslampe, eine Anzahl chemischer Reagentien, endlich eine gute Lupe und wo möglich ein Doublett. Als Objektenträger dienen länglich viereckige Glasplatten von etwa 5—6 Centimeter Länge, 2—3 Centimeter Breite und 2 Millimeter Dicke. Dieselben müssen farblos und blasenfrei sein und werden daher am besten aus Spiegelglas verfertigt. Die Deckgläser sind kleine viereckige, ganz dünne Plättchen von farblosem Glase, etwa 15—20 Millimeter ins Gevierte. Dergleichen werden jetzt in England sehr gut geblasen. Noch besser, aber ungleich theurer sind die geschliffenen Deckgläschen. Als Präparirmesser kann man sich haarscharfer englischer Rasirmesser, deren eine Fläche ganz eben geschliffen ist, bedienen.. Beim Schneiden muß die ebene Fläche des Messers der Oberfläche des Gegenstandes, von dem man Etwas abschneiden will, zugekehrt sein. Nach jedem zweiten oder dritten Schnitte muß das Messer ein paar Mal über den Streichriemen gezogen werden. Dergleichen Rasirmesser sind besonders beim Zerschneiden weicher, nachgiebiger Gegenstände (z. B. saftiger Pflanzentheile) brauchbar. Bei harten Gegenständen (z. B. Holz, Horn) muß man starkklingige, ebenfalls flach geschliffene Messer anwenden. Die Präparirnadeln müssen aus hartem Stahl gefertigt, nicht zu schwach, aber ganz fein zugespitzt und an einem Heft befestigt sein. Die Spitze muß man immer rostfrei halten und deshalb von Zeit zu Zeit auf einem feinen Schleifstein unter häufigem Umdrehen abschleifen. Außer geraden Nadeln bedarf man bei manchen Untersuchungen auch Nadeln mit hakenförmig gebogener Spitze. Die Nadeln kommen besonders beim Präpariren während der mikroskopischen Beobachtung in Anwendung und müssen schon deshalb möglichst feine Spitzen haben, sonst erscheinen sie im mikroskopischen Bilde, wenigstens bei starken Ver-

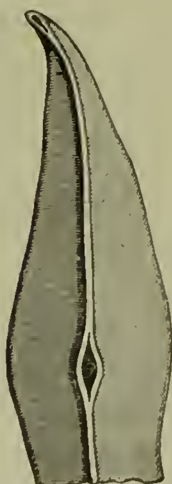
größerungen, wie plumpe Zaunpfähle und stören die Beobachtung. Die Pinzette oder Zange zum Anfassen kleiner Gegenstände muß aus Stahl verfertigt sein und sehr feine, genau auf einander treffende, an der innern Seite vollkommen glatte Spitzen haben. Um zarte Durchschnitte von Pflanzenstengeln, Wurzeln, Blättern und anderen stiel- und flächenförmigen Körpern zu erhalten, bedient man sich am zweckmäßigsten eines der Länge nach durchschnittenen weichen Korkstöpsels, zwischen dessen Hälften man den Gegenstand einpreßt, worauf man von dem Korkstöpsel zarte Scheibchen in einer auf der Längenachse des Korkes senkrechten Richtung abschneidet. Gleichzeitig mit dem Korkscheibchen erhält man dann auch zarte Durchschnitte des eingepreßten Gegenstandes. Auf diese Weise kann man sich auch Durchschnitte von thierischen Stacheln und Borsten und selbst von Haaren verschaffen. Da letztere sehr dünn sind, so klebt man eine Anzahl Haare mittels Gummilösung zusammen und zerschneidet sodann den dadurch erhaltenen stielförmigen Körper auf die angegebene Weise. Der Bequemlichkeit wegen verbindet man die beiden Hälften des zerschnittenen Korkstöpsels auf einer Seite dadurch, daß man hier ein Stückchen Leinwand um den Stöpsel klebt, so daß dieser wie eine zweischalige Muschel sich aus einander klappen läßt. Noch praktischer ist es, den Korkstöpsel in eine gerade passende Messinghülse einzuschließen, aus welcher er beliebig hervorgeschoben werden kann. In neuerer Zeit werden vielfach auch Schneidemaschinen, sog. Mikrotome, in Anwendung gebracht, die nach sehr verschiedenen Prinzipien konstruirt sind. Besonders empfehlenswerth sind die zuerst auf dem zoologischen Laboratorium der Universität Leipzig angewendeten Mikrotome des Mechanikus Leyser in Leipzig. Die wichtigsten chemischen Reagentien sind ganz reiner Weingeist (Alkohol), Aetzkalilösung, Jodlösung, verdünnte englische Schwefelsäure (3 Theile Schwefelsäure und 1 Theil Wasser), Chlorzink-Jodlösung, Salpetersäure, Auflösung von salzsaurem Kalk, Oelsüß (Glycerin), Kopallack, Kanadabalsam und Zuckerlösung. Die Auflösung von salzsaurem Kalk, das Oelsüß, der Kopallack und Kanadabalsam dienen zum Aufbewahren mikroskopischer Präparate, worüber weiter unten das Nöthige gesagt werden soll. Die übrigen Reagentien kommen vorzüglich bei Untersuchungen der chemischen Beschaffenheit pflanzlicher oder thierischer Gewebe in Anwendung. Die anzuwendende Lupe braucht keine starke Vergrößerung zu liefern, wohl aber muß sie ein scharfes Bild und ein weites Gesichtsfeld geben. Eine Doppellupe, d. h. eine solche mit zwei über einander zu schiebenden Linsen von etwa fünffacher Linearvergrößerung, ist am meisten zu empfehlen. Der Mechaniker Zeiß in Jena verfertigt vortreffliche Lupen dieser Art. Außer der Lupe, welche dazu dient, sich über die allgemeinen Formenverhältnisse des zu untersuchenden Gegenstandes zu unterrichten, ist auch noch ein sogenanntes Doublett wünschenswerth, ja zur Anfertigung feiner Präparate ist ein solches Instrument fast unentbehrlich. Doublett nennt man ein einfaches, zum Präpariren eingerichtetes Mikroskop mit Doppellinsen. Ein solches Instrument muß außer guten Doppellinsen einen feststehenden, nicht allzu kleinen Tisch mit darunter befindlichem Reflexionsspiegel und Beleuchtungslinse besitzen und an einem Stativ befestigt sein. Auf dem Tische müssen ein paar Federklammern zum Festhalten der Objektenplatte angebracht sein. Sehr zu empfehlen sind die von Zeiß in Jena verfertigten Doubletts, welchen auf Verlangen 4 Doppellinsen beigegeben werden, die eine 15-, 30-, 60-, und 120fache Linearvergrößerung liefern. Ein solches mit 4 Linsen ver-

sehenes Doublett kostet mit dem Kasten, auf dessen Deckel das Instrument aufgeschraubt wird, und einer Anzahl von Objektenplatten und Deckgläsern 48 Mark. Aus den namhaft gemachten Vergrößerungsgraden geht hervor, daß ein solches Doublett in vielen Fällen das zusammengesetzte Mikroskop ersetzen kann; diese Doubletts sind daher Anfängern oder Solchen, welche sich ein zusammengesetztes Mikroskop nicht kaufen können und doch gern mikroskopische Beobachtungen zu ihrer Belehrung machen wollen, sehr zu empfehlen. Auch können die vom Mechanikus Grimmer in Dresden verfertigten sogenannten „Feldstechermikroskope", welche 9—12 Mark kosten, Anfängern empfohlen werden. Andere Nebenapparate, welche aber nur von im Mikroskopiren bereits geübten Personen mit Vortheil gehandhabt werden können und meist viel Geld kosten, sind die Polarisationsapparate, Goniometer (zum Messen der Winkel mikroskopischer Krystalle), Spektralokulare zur Beobachtung der Absorptionsspektra mikroskopischer Präparate u. dgl. m.

Da ich gern glaube, daß meine Leser, wenn sie dieses Buch durchgeblättert haben, Lust bekommen werden, selbst mikroskopische Untersuchungen zu machen, so halte ich es für meine Pflicht, hier einige wohlgemeinte Winke über den Gebrauch des Mikroskops einzuschalten. Zunächst aber muß ich wol angeben, woher man gute Instrumente beziehen kann. Während noch vor 20 Jahren nur wenige mechanische Werkstatten in Paris, London, Wien und Berlin als solche bekannt waren, welche die besten Mikroskope und zum Mikroskopiren erforderlichen Instrumente lieferten, giebt es gegenwartig in fast allen Ländern Europa's und der civilisirten Welt eine Menge „optischer Institute", von denen gute, ja vortreffliche Mikroskope bezogen werden können. Immerhin haben einzelne Institute sich vor den übrigen durch Herstellung vorzüglicher Instrumente hervorgethan, neben alten von früher her berühmten Firmen auch neue. Obenan stehen (abgesehen von englischen Firmen): Dr. E. Hartnack & A. Prazmowski (Nachfolger von G. Oberhäuser) in Paris (Rue Bonaparte 1) und Potsdam (Waisenstraße 39), Nachet & Sohn in Paris (Rue St. Severin 17), Carl Zeiß in Jena, Seibert und Kraft in Wetzlar (E. Gundlach's Nachfolger), G. & S. Merz (vormals Utzschneider & Fraunhofer) in München, F. W. Schiek in Berlin (Hallesche Straße 14), und S. Plößl & Co. in Wien. Auch Carl Reichert in Wien (VIII. Mölkergasse, 3), R. Winkel in Göttingen, E. Seitz in Wetzlar (Nachfolger von Fr. Belthle) und E. Neumann in Freiberg liefern vortreffliche Instrumente. Mehrere renommirte, uns in den früheren Auflagen dieses Buches empfohlene Institute haben sich mittlerweile aufgelöst (A. Benêche & Wasserlein, Schmidt & Haensch, Wappenhans in Berlin u. A.). Die berühmtesten englischen Institute sind gegenwärtig die von Powell und Lealand in London (170, Euston Road) und Thomas Roß in London (53 Wigmore Street). Dank dieser Konkurrenz, welche die immer weiter gehende Verwendung des Mikroskops und die dadurch gesteigerte Nachfrage nach diesem Instrumente ermöglicht hat, ist auch der Preis guter Mikroskope bedeutend billiger geworden als früher. Große Mikroskope sind freilich immer noch kostspielige Instrumente, allein solche bedarf nur ein Mikroskopiker von Fach, ein Naturforscher, welcher subtile mikroskopische Forschungen und Studien machen will und machen muß. Für Anfänger im Mikroskopiren oder für Personen, welche sich nur durch Anschauen mikroskopischer Objekte erfreuen wollen, reichen Mikroskope, welche eine bis 360fache Linearvergrößerung liefern, ganz vollkommen aus.

Solche Instrumente liefert in vorzüglicher Güte C. Zeiß in Jena für 73 Mark. Für 120 Mark liefert derselbe ein Mikroskop mit 2 Objektiven und 3 Okularen, mit 30- bis 550facher Vergrößerung. Sogenannte Trichinenmikroskope mit 3 Objektiven und 2 Okularen, welche eine 20- bis 150fache Vergrößerung geben, liefert Schiek für 40 Mark. Auch von E. Neumann sind kleinere gute Mikroskope für 30 bis 60 Mark zu beziehen. Vorzügliche Instrumente sind die kleineren Mikroskope von Hartnack im Preise von 60 und 108 Mark, welche bis 300fache Vergrößerung gewähren. Legt man noch 40 Mark zu, so bekommt man zu dem Mikroskop Nr. II. A. (à 108 Mark) noch ein Objektiv und ein Okular, woraus man eine bis 600fache Vergrößerung erzielen kann. Ein solches Mikroskop reicht für histologische Untersuchungen gewöhnlicher Art vollkommen aus. Ebenso vorzüglich sind die kleinen Mikroskope (Nr. 7) von Plößl, welche eine bis 400- bez. 500fache Vergrößerung gewähren. Doch kosten dieselben 95 bez. 120 Fl. ö. W. Reichert liefert dergleichen (bis 510fache Vergrößerung) für blos 75 Fl., doch sind diese dem Verfasser nicht bekannt. Große gute Mikroskope mit Immersionssystemen (welche sehr theuer!) sind unter 600 Mark nirgends zu haben. Die größten derartigen Instrumente mit allen erforderlichen Nebenapparaten kosten bei Hartnack 640 Mark, bei Zeiß 1410 Mark, bei Seibert & Kraft 915 Mark, bei Schiek 1000 Mark, bei Plößl 600 Fl., bei Powell & Lealand 32 Pfund Sterling.

Wenn sich nun unsere Leser irgend ein Mikroskop kaufen wollen, so müssen sie vor allen Dingen prüfen, ob es den an dasselbe zu stellenden Anforderungen auch wirklich entspricht, d. h. ob die Vergrößerungen ein klares, deutliches Bild mit scharfen Konturen geben. Zur Prüfung der Güte der Mikroskope wendete man früher gewöhnlich die staubartigen Schuppen von Schmetterlingsflügeln (besonders die Schuppe der Hipparchia Janira, eines in Deutschland auf Wiesen ziemlich häufigen Tagschmetterlings) an, während gegenwärtig die Kieselpanzer der Diatomeen (s. den ersten Abschnitt), besonders des Pleurosigma attenuatum und angulatum beliebt sind. Die wie kleine Federn gestalteten Schmetterlingsschuppen pflegen nämlich der Länge nach gerippt und diese Rippen der Quere nach fein liniirt zu sein und die eben genannten Kieselpanzer sind mit sich kreuzenden Linien versehen. Wenn nun das in Frage stehende Mikroskop die Querstreifen der Hipparchiaschuppen bei einer 300- bis 400maligen Vergrößerung als scharfe, von einander getrennte Parallellinien deutlich zeigt, auch bei der gleichen Vergrößerung die gekreuzte Zeichnung auf den Schalen von Pleurosigma angulatum (Fig. 8) deutlich sichtbar ist, so kann man das Mikroskop getrost kaufen und darf dann versichert sein, ein vortreffliches Instrument zu besitzen. Bei Anwendung stärkerer Objektive, unter einer 500- bis 600maligen Vergrößerung, treten die verschiedenen Liniensysteme (Fig. 8) scharf hervor und verwandeln sich bei schiefer Beleuchtung in helle Punkte, die man mit Hülfe der besten Objektive und der günstigsten Okularvergrößerungen (nach den neuesten Forschungen von C. Nägeli und S. Schwendener) als nicht ganz regelmäßige Sechsecke (Fig. 9) erkennt, deren längste Seiten mit der Mittel-


Fig. 8. Probe-Objekt (Pleurosigma) in starker Vergrößerung.

linie parallel laufen. Auf diese höchste Genauigkeit kann es indeß für gewöhnliche Zwecke nicht ankommen; hier genügt, daß man die Querstreifen des Objektes als scharf gesonderte Parallellinien unterscheidet. Wenn dies jedoch nicht der Fall ist, so würde zum Kaufe des Instruments nicht zu rathen sein. Beiläufig bemerke ich, daß alle Mikroskopverfertiger jene Probeobjekte („Testobjekte") vorräthig haben müssen. Dieselben pflegen auch jedem Mikroskop zur Prüfung beigegeben zu werden. Neuerdings hat Nobert Probetäfelchen verfertigt, nämlich Glasplättchen, auf denen durch mikrometrische Theilung mikroskopische Liniensysteme eingegraben sind, und zwar auf den neuesten Probetäfelchen 19 Gruppen solcher Liniensysteme, wo in der Gruppe 19 der Abstand zweier Linien nur $0{,}_{226}$ Mikromillimeter beträgt, d. h. auf 1 Millimeter Breite 4433 Linien kommen!

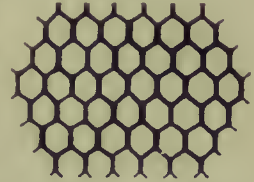


Fig. 9. Sechsecke in den Liniensystemen von Pleurosigma angulatum.

Hat man sich nun ein Mikroskop gekauft und will man dasselbe gebrauchen, so sind vor Allem folgende Winke zu beachten:

1. Alle Objekte, welche mit durchgehendem Lichte untersucht werden sollen (das durchgehende Licht ist dem auffallenden stets vorzuziehen und muß daher, wo es nur irgend möglich ist, in Anwendung gebracht werden), müssen so dünn gemacht werden, daß sie das vom Spiegel reflektirte Licht vollständig durchgehen lassen. Daher müssen die mit dem Messer aus freier Hand oder zwischen den Korkstöpfelhälften zu fertigenden Schnitte so zart als nur irgend möglich gefertigt werden, was freilich erst nach längerer Uebung gelingt. Von harten Körpern, z. B. von versteinertem Holze, Steinkohlen, Mineralien, Knochen u. a., müssen feine Splitter abgeschlagen und dieselben mittels einer feinen Feile oder eines Schleifsteins so lange abgeschliffen werden, bis sie durchsichtig geworden sind.

2. Die gefertigten Präparate untersuche man zunächst mit der Lupe und dem Doublett, ob sie so gerathen sind, daß sie sich zur eigentlichen mikroskopischen Untersuchung eignen, und präparirt sie, wenn dies nicht der Fall sein sollte, auf dem Tisch des Doubletts bei einer etwa 15fachen Vergrößerung weiter.

3. Die Präparate werden mittels eines angefeuchteten Haarpinsels auf die Objektenplatte gebracht und mittels eines Glasstäbchens oder einer Spritzflasche mit einem Tropfen reinen Wassers benetzt, worauf man ein Deckplättchen darüber deckt und so viel wie möglich alle Luftblasen aus dem Wasser entfernt.

4. Man beobachte, wenn irgend möglich, bei hellem Tageslicht und wähle in diesem Falle ein nach Norden gerichtetes Fenster zur Aufstellung des Mikroskops, da man dann das beständigste Licht hat und nicht durch direkte Sonnenstrahlen gestört wird. Ein Himmel mit weißen Wolken giebt das beste Licht. Die direkten Sonnenstrahlen dürfen niemals als durchgehendes Licht benutzt werden, weil dann die Farbenzerstreuung die Konturen des Objekts mit farbigen Streifen umgiebt und zahllose Täuschungen herbeiführen kann. Dagegen kann man das Sonnenlicht bei der Beobachtung opaker Körper anwenden, besonders wenn man nur mit schwachen Vergrößerungen arbeitet. Ist man genöthigt, des Abends Untersuchungen vorzunehmen, so ist ein helles Lampenlicht das passendste. Man thut dann sehr gut, wenn man ein dünnes, mit Oel getränktes Papierblättchen über das unter dem Objekttisch befindliche Diaphragma legt, indem dadurch die Beleuchtung des Sehfeldes wesentlich verbessert wird.

5. Während der Beobachtung bringe man das Auge so nahe als möglich an das Okular, indem man dann das größte Gesichtsfeld hat und durch fremdes Licht nicht gestört wird. Man gewöhne sich, auch das nicht beobachtende Auge offen zu halten und mit jedem Auge für sich zu sehen. Letzteres ist namentlich beim Zeichnen des mikroskopischen Bildes fast unentbehrlich.

6. Man beginne die Beobachtung mit einer schwachen Vergrößerung und wende nach und nach und methodisch die stärkeren an. Die schwachen Vergrößerungen gestatten nämlich einen viel größeren Theil des Objekts zu übersehen, und dienen deshalb dazu, sich im mikroskopischen Bilde zu orientiren und diejenigen Stellen desselben aufzusuchen, welche einer stärkeren Vergrößerung unterworfen werden müssen. Eine 50- bis 100fache Vergrößerung ist dazu besonders geeignet. Unter den stärkeren, später anzuwendenden Vergrößerungen ist eine 300- bis 400malige die beste, weil diese noch einen bedeutenden Theil des Objekts übersehen läßt und noch ein sehr helles Bild giebt.

7. Man kombinire lieber starke Objektive mit schwachen Okularen als umgekehrt, weil starke Objektive ein schärferes Bild geben, als starke Okulare.

8. Um bei Anwendung starker Vergrößerungen, wo das Objektiv dem Objekt sehr genähert werden muß, das Aufstoßen des Objektivs auf das Deckglas, und infolge davon das Zerbrechen des letztern, die Zerstörung des Objekts oder wol gar das Verderben des Objektivs zu vermeiden, schiebe man, ehe man die Beobachtung beginnt, ohne in das Mikroskop zu sehen, während man vielmehr horizontal über das Deckglas wegsieht, das Mikroskop so weit abwärts, bis das Objektiv sich fast vollkommen dem Deckglase genähert hat, d. h. mehr, als es nothwendig ist, und suche hierauf, während man in das Mikroskop sieht, durch Aufwärtsschieben des letztern die passende Einstellung auf.

9. Bei Anwendung chemischer Reagentien, welche Dämpfe entwickeln (z. B. Jodlösung, Salpetersäure, Salzsäure, englische Schwefelsäure), läuft häufig das Objektivglas an. Man muß dasselbe dann sogleich abwischen, damit es nicht matt werde. Ueberhaupt muß man sowol die Gläser des Mikroskops, als die Objektplatten und Deckplättchen möglichst rein halten und dieselben nach jedesmaligem Gebrauche abwischen. Man bedient sich dazu am besten alter, ausgewaschener weicher Leinwand sowie des Fliedermarks. Das zum Reinigen der Objektiv- und Okulargläser bestimmte Tuch darf niemals zum Abwischen der Glasplatten gebraucht werden.

10. Man hüte sich vor Täuschungen; sehe z. B. Luftblasen im Wasser, welche als helle, von einem dunklen, scharf begrenzten Rande umgebene Kreise erscheinen, nicht für Objekte oder mikroskopische Oeltröpfchen (z. B. bei Untersuchung ölhaltiger Samen, ölhaltiger Pilze u. dgl.), welche in Wasser stets eine lebhafte Molekularbewegung zeigen, nicht für mit selbständiger Bewegung begabte Zellen an.

11. Das Mikroskop giebt stets ein umgekehrtes Bild von dem Objekte. Was also in der Wirklichkeit rechts ist, erscheint unter dem Mikroskop links, und was links, rechts 2c.

12. Man gewöhne sich daran, Alles, was man sieht, sogleich auf ein neben dem Mikroskope liegendes Papier zu notiren. Entwirft man eine Zeichnung des mikroskopischen Bildes, so füge man derselben sofort die Angabe der angewendeten Vergrößerung bei. Ueberhaupt befolge man eine bestimmte Methode bei mikroskopischen Untersuchungen, denn nur eine solche kann genaue Resultate liefern.

13. Will man das mikroskopische Bild zeichnen, so muß man, ist man im Zeichnen nicht geübt, während man mit dem linken Auge in das Mikroskop sieht, das Bild auf ein rechts neben dem Mikroskope liegendes Blatt Papier übertragen, indem man die Zeichnung mit dem rechten Auge kontrolirt. Diese Methode des Doppelsehens erfordert indessen eine große Uebung. Ein geübter Zeichner hat dieselbe nicht nöthig. Diesem wird es genügen, von Zeit zu Zeit in das Mikroskop zu sehen, um das mikroskopische Bild getreu wiederzugeben. Will man eine ganz genaue Kopie des Bildes haben, so muß man einen besonderen Apparat anwenden, welcher das mikroskopische Bild auf ein neben oder hinter dem Mikroskop befindliches weißes Papier wirft. Dann braucht man blos den Umrissen mit dem Bleistift (oder dem Pinsel) zu folgen. Solche Apparate sind der Sömmering'sche Spiegel, das Zeichnenprisma und die Camera lucida. Letztere ist das bequemste Instrument. Der Preis eines solchen beträgt je nach Konstruktion 18 bis 40 Mark*). In neuester Zeit hat man angefangen, das mikroskopische Bild zu photographiren. Es ist dazu natürlich ein besonderer photographischer Apparat nöthig, sowie eine eigenthümliche Einrichtung des Mikroskops. Dergleichen Instrumente sind sehr theuer**); auch erfordert ihr Gebrauch genaue Kenntniß des photographischen Verfahrens.

14. Gut gelungene Präparate werfe man nicht weg, auch wenn man davon mikroskopische Bilder gezeichnet hat, sondern hebe sie sorgfältig auf, um sie zu jeder Zeit wieder benutzen und sich von der Wahrheit des Gesehenen überzeugen zu können. Solche Präparate muß man aber gegen äußere Einflüsse, als Staub, Verdunstung der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, Verwitterung, Fäulniß u. s. w., schützen. Dies kann man auf verschiedene Weise erzielen. Trockene Präparate (z. B. Schnittchen von Hölzern, Splitter von Steinen, Knochen, Zähnen, Kieselpanzer von Diatomeen, Polythalamienschalen, Schmetterlingsschuppen u. s. w.) legt man zwischen zwei kleine, länglich viereckige Glasplatten von höchstens 1 Millimeter Dicke, und verklebt deren Ränder, um den Staub abzuhalten, mit Papier, oder verkittet die Platten an den Rändern mit in Weingeist aufgelöstem Siegellack. Präparate dagegen, welche nur im frischen Zustande und in einer durchsichtigen Flüssigkeit der mikroskopischen Beobachtung unterworfen werden können (z. B. alle frischen grünen Pflanzentheile, weiche thierische Gewebe, als Muskelfasern, Nerven, Haut, Sehnen- und Knorpelpräparate, Infusorien u. s. w.), muß man in einem Tropfen einer durchsichtigen wasserhellen Flüssigkeit auf eine geschliffene Glasplatte bringen, um die Ränder dieser Platte ein Streifchen Gummipapier kleben, damit ein erhabener Rand gebildet werde, hierauf eine zweite Glasplatte von derselben Größe darüber legen und die Ränder beider Platten mittels aufgelösten Siegellacks verkitten. Noch bequemer ist es, sich des englischen Asphaltlacks zu bedienen. Man macht davon einen kleinen ringförmigen oder viereckigen Wall (erhabene Wand) um den das Objekt enthaltenden Tropfen der angewendeten Flüssigkeit und legt hierauf das Deckgläschen auf den Lackwall, welcher schnell trocknet. Je nach der Natur der Präparate sind verschiedene Flüssigkeiten anzuwenden. Alkohol, Terpentinöl,

---

*) Vorzügliche Zeichnenapparate liefern Zeiß für 21 und 40 Mark, Seibert & Kraft für 18 und 33 Mark, Hartnack für 28 Mark.

**) Ein großer mikrophotographischer Apparat kostet bei Seibert & Kraft 636 Mark, bei Plößl 650 Fl., ein kleiner bei Plößl 200 Fl.

Kopal- und Kanadalack, Chlorcalciumlösung (Auflösung von salzsaurem Kalk) und Glycerin sind die gewöhnlichsten Aufbewahrungsflüssigkeiten. Alkohol und Terpentinöl sind besonders für thierische Gewebe, Kopal- und Kanadalack für Holzpräparate, namentlich auch für fossile Hölzer, Chlorcalciumlösung und Glycerin für frische Pflanzengewebe zu empfehlen. Letztere beide Flüssigkeiten verdunsten nicht, weshalb bei deren Anwendung die Glasplatten nicht luftdicht verschlossen zu sein brauchen. Die Chlorcalciumlösung hat jedoch einen Uebelstand, nämlich den, daß sie ein bedeutendes Lichtbrechungsvermögen besitzt, welches verursacht, daß die in solcher Flüssigkeit aufbewahrten Präparate unter dem Mikroskop mit weniger scharfen Umrissen erscheinen, als wenn sie in reinem Wasser betrachtet werden. Auch wirkt das Chlorcalcium auf gewisse Pflanzentheile verändernd ein. So schwellen die Stärkemehlkörner darin wie in siedendem Wasser auf, der Primordialschlauch wird stark zusammengezogen, die Körnchen des Pflanzengrüns werden verändert u. s. w. In solchen Fällen muß man sich des Glycerins bedienen. Dasselbe eignet sich auch vortrefflich zur Aufbewahrung thierischer Präparate. Bei Anwendung von Kanadabalsam dient dieser zugleich zur Verkittung des Deckgläschens mit dem Objektträger.

Die Beschränktheit des Raumes gestattet mir nicht, mich ausführlicher über die im Vorstehenden erörterten Gegenstände auszusprechen. Will sich der geehrte Leser über das bei mikroskopischen Untersuchungen zu beobachtende Verfahren sowie über die Mikroskope und mikroskopischen Apparate gründlich unterrichten, so muß ich ihn auf die folgenden Schriften verweisen, in denen er Alles, was er zu wissen begehren kann, finden wird, nämlich:

Hugo v. Mohl: Mikrographie oder Anleitung zur Kenntniß und zum Gebrauche des Mikroskops. Tübingen, 1846 (jetzt veraltet!).

Hannover: Das Mikroskop, seine Konstruktion und sein Gebrauch. Mit 41 Abbildungen. Leipzig, 1854. Für Anfänger sehr zu empfehlen!

Schacht: Das Mikroskop und seine Anwendung, insbesondere für Pflanzenanatomie. Zugleich ein einleitender Unterricht in der Physiologie der Gewächse. Mit 51 Holzschnitten und 111 Abbildungen auf 5 lithographirten Tafeln. Zweite Auflage. Berlin, 1855. (Für Botaniker.)

Harting: Das Mikroskop. Theorie, Gebrauch, Geschichte und gegenwärtiger Zustand desselben. Braunschweig (Vieweg und Sohn) 1866.

Dr. Leopold Dippel: Das Mikroskop und seine Anwendung. Braunschweig, 1867. Ein sehr empfehlenswerthes Werk!

Dr. Julius Vogel: Das Mikroskop. Leipzig (Ludwig Denicke), 1867. Ein populäres Büchlein, für Anfänger sehr brauchbar.

C. Nägeli und S. Schwendener: Das Mikroskop. Theorie und Anwendung desselben. Leipzig (Engelmann), 1865—1867. 2 Theile. Zweite verbesserte Auflage 1877. Das ausführlichste neueste Werk über Mikroskopie, doch nur für Naturforscher geschrieben und für Laien, denen nicht gute mathematische und physikalische Kenntnisse zur Seite stehen, unverständlich.

C. Frey: Das Mikroskop. Leipzig (Engelmann), 1868. Für Aerzte und Anatomen.

Da es viel Unterhaltung und Vergnügen gewährt, gute mikroskopische Präparate unter dem Mikroskope zu betrachten, die Anfertigung derselben aber viel Uebung erfordert und daher dem Anfänger gewöhnlich nicht gelingt, so will

ich hier noch einige Angaben für den Bezug guter mikroskopischer Präparate anfügen. Zuvor ist jedoch hier zu bemerken, daß das in den früheren Auflagen dieses Buches empfohlene mikroskopische Institut von Engell & Co. in Zürich jetzt nicht mehr besteht. Vorzügliche Präparate von Diatomeen, wie auch über vergleichende Anatomie der Thiere kann man von E. Neumann (Mechaniker und Optiker in Freiberg) beziehen. Ferner giebt seit 1855 Dr. Speerschneider in Blankenburg bei Rudolstadt ausgezeichnete mikroskopische Präparate aus dem Gebiete der Pflanzenwelt in Lieferungen heraus, von denen eine jede 24 verschiedene Präparate enthält und 9 Mark kostet. In neuester Zeit hat Dr. Hopfe in Oberweißbach in Thüringen Sammlungen ausgezeichnet schöner Präparate über Anatomie und Morphologie der Pflanzen herauszugeben angefangen. Endlich bestehen bereits mehrere Tauschvereine mikroskopischer Präparate aller Art, unter denen die zu Gießen und Frankfurt a. M. die bedeutendsten sind.

Zum Schluß mögen hier noch einige Bemerkungen über die Geschichte des Mikroskops und über das sogenannte Sonnen- und Hydrooxygengasmikroskop folgen, da manchem meiner Leser wol auch hierüber einige Belehrung wünschenswerth sein dürfte. Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops schreibt man Zacharias Joannides oder Jansen, einem Holländer, zu. Sein im J. 1590 von ihm erfundenes Mikroskop bestand aus einer Kupferröhre von 6 Fuß Länge und einem Zoll Durchmesser! Die erste bedeutende Besserung machte der Engländer Hoole (1656). Sein Mikroskop maß drei Zoll im Durchmesser, sieben Zoll in der Länge und konnte mittels vier in einander geschobener Röhren verlängert werden. Es besaß eine kleine Objektivlinse, eine Kollektivlinse und eine starke Okularlinse. Im J. 1729 erfand der Engländer Hall die achromatischen Linsen, allein bei dem Mikroskop wurden achromatische Linsen erst im J. 1778 durch Nikolaus Fuß eingeführt. Gleichwol waren Fraunhofer's achromatische Mikroskope (1811) die ersten, welche zu wissenschaftlichen Forschungen angewendet wurden. Seit dieser Zeit machte die Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskops reißende Fortschritte. Die meisten Verdienste erwarben sich Vincent und Charles Chevalier, Selligues, welcher die aplanatischen Linsensysteme erfand, Amici, Plößl, Oberhäuser und die übrigen obengenannten Optiker. Das Sonnenmikroskop wurde im J. 1738 von Lieberkühn erfunden und später von Cuff, Gleichen, Martin und Chevalier bedeutend verbessert. Bei demselben wird ein beweglicher Planspiegel auf der Außenseite des Fensters angebracht, um die Sonnenstrahlen aufzufangen. Letztere werden von diesem Spiegel auf eine doppelt konvexe Linse geworfen, welche in dem Fensterladen des übrigens vollkommen finsteren Zimmers angebracht ist. Diese Linse konzentrirt die Strahlen in ihrem Brennpunkte. Zu ihrer Verstärkung dient eine zweite, doppelt- oder plankonvexe Linse: beide Linsen sind in eine kegelförmige, inwendig geschwärzte Röhre eingefügt. Das Objekt wird im Brennpunkte der großen Sammellinse angebracht, daher sehr hell beleuchtet. Das Bild wird durch ein aus drei achromatischen Linsen von verschiedener Stärke bestehendes Objektiv erzeugt und auf einen weißen Schirm geworfen.

Ganz ähnlich ist das in neuerer Zeit anstatt des Sonnenmikroskops in Gebrauch gekommene Hydrooxygengas-Mikroskop konstruirt. Die Beleuchtung geschieht bei demselben durch das sogenannte Drummond'sche Licht, welches durch die Verbrennung von Wasserstoff- und Sauerstoffgas auf einer

Kreidekugel in einer viereckigen Büchse, in welche die Gase aus zwei Gasometern geleitet werden, erzeugt wird. Eine noch viel stärkere Beleuchtung, welche diejenige durch das direkte Sonnenlicht weit übertrifft, kann durch das sogenannte elektrische Kohlenlicht hervorgebracht werden, das man gewinnt, wenn man einen elektrischen Strom aus einer starken galvanischen (Volta'schen) Batterie zwischen zwei Kohlenspitzen durchgehen läßt. Alle diese Mikroskope bringen kolossale Vergrößerungen hervor, sind aber zu wissenschaftlichen und überhaupt zu speziellen Untersuchungen durchaus nicht brauchbar, theils weil den durch sie erzeugten Bildern die nöthige Schärfe fehlt, theils weil man die Objekte während der Beobachtung nicht weiter präpariren kann, theils weil nur wenige Objekte die durch die Konzentration der Wärmestrahlen erzeugte, sehr bedeutende Hitze ertragen. Wol aber eignen sich solche Mikroskope zu populären und unterhaltenden Vorträgen und man findet sie meist in den Händen umherreisender Optiker, welche damit öffentliche Schauvorstellungen zu geben pflegen.

II. Messung der Vergrößerungen des dioptrischen Mikroskops und Messung der Objekte.*)

1. Was man unter „Vergrößerung" versteht.

Wenn man einen in Zwanzigstel-Millimeter getheilten Glasmikrometer durch ein Mikroskop beobachtet und die Abtheilungen des ersteren einen Centimeter groß erblickt, so sagt man, das Instrument vergrößere 200mal. Insofern ist der Begriff des Ausdruckes „Vergrößerung" sehr einfach. Betrachten wir die Sache aber mathematisch, so tritt sofort ein neuer Faktor, die Sehweite, hinzu, welche nicht unberücksichtigt gelassen werden darf. Denn obige Vergrößerung ist nur individuell, ein anderes Auge sieht die Abtheilungen des Maßstabes vielleicht nur einen halben, ein drittes Auge anderthalb Centimeter lang. Folglich haben alle auf obige Weise ermittelten Vergrößerungswerthe keine allgemeine, sondern nur eine für bestimmte Augen maßgebende Giltigkeit und erst durch Beisetzung der Sehweite wird die in einer Zahl ausgedrückte Vergrößerung zu einer positiv bestimmten, für Jeden verständlichen Größe.

Von jedem Punkte eines sichtbaren Gegenstandes gelangen Lichtstrahlen ins Auge, hierdurch eben wird der Gegenstand für das Auge wahrnehmbar. Diejenigen Strahlen, welche, von den entgegengesetzten Endpunkten eines Objektes ausgehend, im Auge sich schneiden, bilden den Gesichtswinkel dieses Objektes. Nach geometrischen Grundsätzen fällt dieser Winkel um so größer aus, je näher derselbe Gegenstand dem Auge gerückt wird. Nun aber ist dieser Annäherung zum Auge behufs deutlicheren Sehens durch das begrenzte Akkommodationsvermögen des Auges eine Schranke gesetzt, über welche hinaus es dem Auge nicht mehr möglich ist, ein scharfes Bild des Objektes auf die Fläche der Netzhaut zu werfen, und damit hat der Sehwinkel für ein bestimmtes Objekt sein Maximum erreicht. Die Grenze dieser Annäherung nennt man die kürzeste Sehweite

*) Der hier folgende Abschnitt (von Seite 22—36) über die „Messung der Vergrößerungen" rührt aus der Feder des Herrn E. Ebeling in Braunschweig her.

oder den Nahepunkt des Auges. Ein jedes Auge hat seine eigenthümliche kürzeste Sehweite. Mancher Kurzsichtige sieht ein kleines Objekt am deutlichsten, wenn sich selbiges nur 4 Zoll vor dem Auge befindet, während ein Weitsichtiger dasselbe vielleicht nicht mehr als auf 12 Zoll dem Auge nähern darf. Ersterer sieht daher den Gegenstand schon an und für sich 3mal größer als der Letztere und 2mal größer als ein ganz normales Auge, dessen kürzeste Weite des deutlichen Sehens zu 8 alten Pariser Zollen = 216 Millimetern angenommen wird. Auf diese kürzeste Augenschweite des normalen Auges ist der Vergrößerungswerth der Mikroskope basirt, indem der zu betrachtende Gegenstand von dem gesunden Auge in eben diese Entfernung gebracht werden wird, wenn man selbigen mit unbewaffnetem Auge am größten und am deutlichsten sehen will, wobei dann die Größe der Tangente des Sehwinkels (d. h. die Länge des Objekts) zur Sehweite = 1 gesetzt wird. Ist nun z. B. die Tangente des Sehwinkels = $^1/_{800}$ der Sehweite und hat man eine 100fache Vergrößerung, so wird die Tangente = $^1/_{800} \times 100 = ^1/_8$ der Sehweite, mithin bei 8 Zoll Sehweite = 1 Zoll, während die wahre Objektlänge $^1/_{100}$ Zoll beträgt. —

Neuere Gelehrte nehmen nicht die kürzeste, sondern die mittlere deutliche Sehweite des gesunden Auges als Basis für den numerischen Werth der Mikroskopvergrößerung an und rechnen sie zu 250 Millimetern.

In Frankreich und Deutschland sind nun die Mikroskopiker und Optiker übereingekommen, 250 Millimeter als Basis für den numerischen Werth der Mikroskopvergrößerung anzunehmen, während die Optiker und Mikroskopiker anderer Nationen eine andere Basis annehmen, z. B. die Engländer 10 engl. Zoll (= 254 Millimeter). Wir werden uns nun die Frage: „Was versteht man unter einer hundertmaligen Vergrößerung?" leicht beantworten können. „Man versteht darunter eine durch das Instrument bewirkte 100malige Vergrößerung der in der Sehweite von 250 Millimetern gedachten Tangente des Sehwinkels, also der in dieser Sehweite gedachten Objektlänge." Oder, was dasselbe sagen will: „Das im Mikroskope dem normalen Auge in ebengedachter Sehweite erscheinende Bild zeigt sich sowol in Länge als in Breite 100mal größer als die wahre Länge und Breite des betreffenden Gegenstandes." Ein Gegenstand von 1 Millimeter Durchmesser wird daher bei einer nach der Sehweite von 250 Millimetern berechneten 100maligen Vergrößerung dem normalen Auge unter einem Durchmesser von 100 Millimetern erscheinen. Wenn aber ein Kurzsichtiger von 125mm. und ein Weitsichtiger von 300mm. mittlerer Sehweite dasselbe Bild betrachten, so wird solches dem ebengenannten Kurzsichtigen nur 50, dem Weitsichtigen aber 120mm. groß erscheinen, weil es einem Jeden in seiner mittleren deutlichen Sehweite zu liegen scheint und die Tangenten dieser Sehweiten zu der der normalen Sehweite sich wie $0{,}5$ und $1{,}2$ zu 1 verhalten. Messen diese drei Beobachter die Größe des Bildes, jedoch in gleichem Abstande vom Auge, so werden die Messungen ein übereinstimmendes Resultat ergeben. Die dabei etwa vorkommenden Abweichungen sind so gering, daß sie keine Beachtung verdienen.

2. Das Messen der Vergrößerung.

Aus der äquivalenten Brennweite des Objektivsystems, den Brennweiten des Kollektivs und Okulars, sowie den Abständen der optischen Mittelpunkte

dieser drei Stücke läßt sich die Vergrößerung des zusammengesetzten Mikroskopes berechnen; da aber diese fünf Werthe erst gemessen werden müssen, wobei fünf verschiedene Fehler unterlaufen können, so ist es weit zuverlässiger sowie einfacher, die Gesammtvergrößerung des Mikroskops direkt zu messen. Die Berechnung der Mikroskopvergrößerung wird aber am Schlusse dieses Abschnittes hinzugefügt.

Der berühmte Robert Hooke, der vor zweihundert Jahren lebte, giebt bereits über das Verfahren der Messung folgende kurze und gute Beschreibung: „Nachdem man das Mikroskop so gestellt hat, daß man den Gegenstand dadurch recht genau sehen kann, sieht man mit dem einen Auge durch das Instrument auf das Bild des Gegenstandes, mit dem andern, unbewaffneten Auge auf einen in Zolle und Linien getheilten Maßstab, der neben dem Fuße des Mikroskops auf dem Tische liegt. Dadurch ist man im Stande, gewissermaßen den vergrößerten Abguß des Gegenstandes auf dem Maßstabe erscheinen zu lassen und auf diesem abzulesen, wie viel Linien der Durchmesser des Bildes einnimmt. Das Verhältniß zwischen der Größe dieses Bilddurchmessers und des wahren Durchmessers des Gegenstandes ist die eigentliche Vergrößerung des Mikroskops."

Es können bei dieser Messung zwei Fehler entstehen: der erste beim Ablesen der Größe des mikroskopischen Bildes auf der Maßstabfläche, der andere bei der Feststellung der senkrechten Entfernung dieses Bildes, also der oberen Fläche des Maßstabes vom betrachtenden Auge. Um den ersten Fehler auf eine möglichst geringe Größe herabzuführen, verfahre man in nachstehender Weise:

1. Man lasse das Bild nicht auf einen Maßstab fallen, sondern messe dasselbe auf der Tischfläche mit einem vorzüglich guten Zirkel.
2. Man lege oder klebe auf diese Tischfläche neben das Instrument ein Stück weißes Papier, dessen Farbe mit dem Gesichtsfelde möglichst übereinstimmt. Diese Uebereinstimmung begünstigt die Illusion, als ob beide Augen gleichzeitig Zirkelspitzen und Objekt sähen, das Auge gewinnt an Sicherheit und wird weniger angestrengt, indem sich die Zirkelspitzen von dem weißen Papiere scharf abheben.
3. Während des Messens dürfen die Augen nicht hin und her bewegt werden, sondern müssen ruhig auf die Zirkelspitzen und das Bild sehen. Man messe auch keine zu großen Räume, bei denen die Zirkelspitzen zu weit von einander entfernt sind, weil die Spitzen dann vom Auge nicht mehr gleichzeitig mit Sicherheit beobachtet werden können.
4. Man nehme, wenn man ein genaues Resultat verlangt, jede einzelne Messung zehnmal vor, natürlich immer bei ganz unverändert gelassener Mikroskopstellung. Man nehme dann aus den gemessenen zehn Werthen das arithmethische Mittel. Daß man jede einzelne Messung selbst so genau als möglich zu machen hat und sich von der Richtigkeit derselben wenigstens zweimal überzeugen muß, ehe man sie notirt, versteht sich wol von selbst.
5. Sämmtliche Messungen dürfen nur in der Mitte des Gesichtsfeldes angestellt werden, weil die Randpartien desselben gewöhnlich eine, wenn auch nur wenig, doch aber stärkere Vergrößerung geben, welche nicht maßgebend sein kann.

Ueber den zweiten Faktor der Messung, die Bestimmung der senkrechten Entfernung des Bildes (Tischfläche) vom Auge, wird später die Rede sein.

Nachdem man zum Notiren der vorzunehmenden Messungen Papier und Bleistift und zur Feststellung der Längen den Millimetermaßstab zur Hand gelegt hat, stelle man das Mikroskop auf einen Tisch, lege den Glasmikrometer als Objekt unter dasselbe und stelle das Bild der Theilung scharf ein, und zwar so, daß die Abstände, welche man messen will, in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheinen. Es ist hinreichend, wenn bei dem Glasmikrometer der Millimeter in zwanzig Theile getheilt ist; sollte man aber einen Mikrometer besitzen, dessen Millimeter in hundert Theile zerlegt worden, so ist es, wenigstens für starke Objektivsysteme, um so besser, weil man dann den Zirkel nicht so weit aus einander zu bringen genöthigt ist. Man sehe nun (wenn man es so gewöhnt ist) mit dem rechten Auge in das Instrument und mit dem linken auf das links vom Mikroskop befindliche, auf die Tischfläche geklebte Papierblatt, so wird man, wenn man den Zirkel in der linken Hand hält, die Theilung des Mikrometers bequem auf der Papierfläche abgreifen können, wozu jedoch die Unbeweglichkeit beider Augen nothwendig ist, indem eine Bewegung der Augen, also eine Veränderung der Achsenrichtung derselben, nothwendig eine Veränderung des Bildortes nach sich zieht, wodurch die Messung vereitelt werden würde. Durch einige in dieser Beziehung vorgenommene Uebungen werden die nicht großen Schwierigkeiten des sicheren Abgreifens bald beseitigt.

Es soll nun gezeigt werden, in welcher Weise die Vergrößerungen eines Mikroskops von Anfang bis zu Ende durchgemessen werden. Um jedoch unnöthige Weitläufigkeiten zu vermeiden, sollen für dasselbe nur drei Objektivsysteme und drei Okulare angenommen werden. Das Mikroskop besitze also die Objektivsysteme Nr. 1, 2 und 3, sowie die Okulare I, II und III.

Messungen mit Okular I.

Messung I[a]. Man setze System Nr. 1 an. Man finde nun die Größe von $0{,}_{50}$mm.

bei 1.	Messung	=	$11{,}_{16}$mm.
„ 2.	„	=	$11{,}_{05}$
„ 3.	„	=	$11{,}_{04}$
„ 4.	„	=	$11{,}_{15}$
„ 5.	„	=	$11{,}_{05}$
„ 6.	„	=	$11{,}_{00}$
„ 7.	„	=	$11{,}_{15}$
„ 8.	„	=	$11{,}_{15}$
„ 9.	„	=	$11{,}_{20}$
„ 10.	„	=	$11{,}_{20}$
	Mittel	=	$11{,}_{115}$mm.

Bemerkung: Die zweite Dezimalstelle erhält man durch zehnmaliges (jedoch vorsichtiges) Ueberschlagen des Zirkels auf dem Millimetermaßstabe, indem man die Ganzen ablieſt, die Zehntel aber schätzt. Man hatte z. B. auf diese Weise $110{,}_4$mm. gefunden, so ist der Abstand der Zirkelspitzen $11{,}_{04}$mm.

Der senkrechte Abstand der oberen Fläche des Augenglases über der Tischfläche ergab sich bei Messung mit dem Millimeter-Maßstabe für I[a] = $328{,}_5$mm.

Messung II^a. System Nr. 2. Die Länge von $0,_{15}$ mm. ergab

bei 1. Messung = $10,_{94}$ mm.
„ 2. „ = $10,_{90}$
„ 3. „ = $10,_{85}$
„ 4. „ = $10,_{87}$
„ 5. „ = $10,_{90}$
„ 6. „ = $10,_{87}$
„ 7. „ = $10,_{84}$
„ 8. „ = $10,_{93}$
„ 9. „ = $10,_{88}$
„ 10. „ = $10,_{87}$

Mittel = $10,_{885}$ mm.

Senkrechter Abstand der oberen Augenglasfläche über der Tischfläche für II^a = $316,_2$ mm.

Messung III^a. System Nr. 3. Die Länge von $0,_{05}$ mm. ergab

bei 1. Messung = $13,_{80}$ mm.
„ 2. „ = $13,_{80}$
„ 3. „ = $13,_{80}$
„ 4. „ = $13,_{83}$
„ 5. „ = $14,_{00}$
„ 6. „ = $13,_{77}$
„ 7. „ = $13,_{75}$
„ 8. „ = $13,_{75}$
„ 9. „ = $13,_{85}$
„ 10. „ = $13,_{80}$

Mittel = $13,_{815}$ mm.

Senkrechter Abstand der oberen Augenglasfläche über dem Tische für III^a = $311,_6$ mm.

Nun bleibt noch übrig, den Abstand des das Bild betrachtenden Auges vom Augenglase des Okulars I zu ermitteln. Zu diesem Zwecke verändere man die Sehweite und zwar so, daß selbige von der obigen stark abweicht. Man bringe daher die Augenglasfläche in eine etwa doppelt so große Entfernung von der Tischfläche, z. B. dadurch, daß man das Instrument auf einen Kasten und diesen auf den Tisch rechts neben das Papierblatt stellt.

Man kann, nachdem man diese neue Sehweite hergestellt hat, die Messungen mit den Systemen Nr. 1 — 3 genau wie oben wiederholen, diese neuen Messungen mit I^b, II^b und III^b bezeichnen und aus den drei resultirenden Abständen des Auges von der oberen Augenglasfläche den mittleren Werth ziehen, wodurch man denselben genauer erhält. Für den Fall, daß solches zu weitläufig erscheint, nehme man die Messung an nur einem Systeme vor, z. B. an Nr. 1. Okular I muß natürlich beibehalten werden.

Messung I^b. System Nr. 1. Man messe die Länge von $0,_{50}$ mm. (Bemerkung: Man nehme hier dieselben Mikrometergrößen, wie bei den Messungen I^a, II^a u. III^a). Man finde das Mittel aus 10 vorgenommenen Messungen = $20,_{70}$ mm.

Der senkrechte Abstand der oberen Augenglasfläche über der Tischfläche sei für I^b = $633,_5$ mm.

Aus Messung I^a und I^b läßt sich nun der auf das Okular I bezügliche Abstand des Augenpunktes vom Augenglase folgern. Dieser Abstand ist für jedes Okular ein besonderer und heiße x. Die Ermittelung desselben für Okular I geschieht arithmetisch folgendermaßen:

$$\text{Es ist } \frac{20{,}70}{11{,}115} = 1{,}8623.$$

Es ist ferner

$$\begin{array}{r} 633{,}5 \\ -\ 328{,}5 \\ \hline =\ 305{,}0 \end{array}$$

$$\frac{305{,}0}{1{,}8623 - 1 = 0{,}8623} = 353{,}7$$

$$\begin{array}{r} 353{,}7 \\ -\ 328{,}5 \\ \hline x =\ 25{,}2 \text{ mm.} \end{array}$$

Probe:

$$633{,}5 + 25{,}2 = 658{,}7$$
$$(328{,}5 + 25{,}2) \times 1{,}8623 = 658{,}7$$

Diesen Augenabstand von der oberen Fläche des Augenglases des Okulars I hat man zu den gemessenen Abständen bei den oben gemachten Messungen der drei Systeme zu addiren, wodurch man die den Messungen zu Grunde liegende Totalsehweite erhält. Diese beträgt daher bei

System Nr. 1. $328{,}5 + 25{,}2 = 353{,}7$ mm.
„ „ 2. $316{,}2 + 25{,}2 = 341{,}4$ „
„ „ 3. $311{,}6 + 25{,}2 = 336{,}8$ „

Die Vergrößerungen waren aber bei dieser Sehweite für

$$\text{System Nr. } 1 = \frac{11{,}115}{0{,}50} = 22{,}23 \text{ mal,}$$

$$\text{„ „ } 2 = \frac{10{,}885}{0{,}15} = 72{,}56 \text{ „}$$

$$\text{„ „ } 3 = \frac{13{,}815}{0{,}05} = 276{,}3 \text{ „}$$

Nun ist es sehr leicht, diese Vergrößerungen für jede andere Totalsehweite umzurechnen. Nehmen wir daher diese Umrechnung auf 250mm. Sehweite vor, so ergeben sich folgende Vergrößerungen:

Okular I.

$$\text{System Nr. } 1 = 22{,}23 \cdot \frac{250}{353{,}7} = 15{,}71 \text{ mal,}$$

$$\text{„ „ } 2 = 72{,}56 \cdot \frac{250}{341{,}4} = 53{,}13 \text{ „}$$

$$\text{„ „ } 3 = 276{,}3 \cdot \frac{250}{336{,}8} = 205{,}1 \text{ „}$$

Messungen mit Okular II.

Die durch Okular II entstehenden Vergrößerungen sind nun rascher zu ermitteln, da man nur nöthig hat, eins der obigen Systeme der Messung zu unterziehen, während die übrigen mittels des hieraus sich ergebenden Exponenten berechnet werden können und zwar dem leicht zu beweisenden Satze zufolge: „Die Vergrößerungswerthe der Okulare behalten für ein und dieselbe Sehweite (also z. B. für 250mm.) bei allen Objektivsystemen dasselbe Verhältniß bei." — Wenn sich daher die Vergrößerungen für eine bestimmte Sehweite mit den drei Okularen eines Mikroskops und einem Objektivsystem wie 1, 3 und 4 verhalten, so verhalten sich diese Vergrößerungen für alle übrigen Systeme ebenfalls wie 1, 3 und 4.

Wir fahren also fort:

Messung I^a. System Nr. 1. Man finde die Größe von $0_{,30}$mm. (Mittel aus zehn Messungen) $= 9_{,965}$mm.

Der senkrechte Abstand der oberen Augenglasfläche über der Tischfläche sei hier $= 327_{,3}$mm.

Durch Aufsetzen des Instruments auf den bereits bei Okular I benutzten Kasten wird nun die Sehweite abermals vergrößert, um die Messung I^b zu machen.

Messung I^b. System Nr. 1. Die Länge von $0_{,30}$mm. ergab (Mittel aus wiederum zehn Messungen) $= 18_{,746}$mm. Der senkrechte Abstand der Augenglasfläche über dem Tische sei jetzt $= 632_{,3}$mm.

Der Abstand x ergiebt sich wie vorhin, es ist

$$\frac{18_{,746}}{9_{,965}} = 1_{,8812}.$$

Es ist ferner

$$\begin{array}{r} 632_{,3} \\ -\ 327_{,3} \\ \hline =\ 305_{,0} \end{array}$$

$$1_{,8812} - 1 = \frac{305_{,0}}{0_{,8812}} = 346_{,1}$$

$$\begin{array}{rr} & 346_{,1} \\ & -\ 327_{,3} \\ \hline x = & 18_{,8}\text{mm.} \end{array}$$

Probe:

$$632_{,3} + 18_{,8} = 651_{,1}\text{mm.}$$
$$(327_{,3} + 18_{,8}) \times 1_{,8812} = 651_{,1}\text{ ,,}$$

Die Vergrößerung des Systems Nr. 1 mit Okular II war bei der Totalsehweite von $327_{,3} + 18_{,8} = 346_{,1}$mm.

$$= \frac{9_{,965}}{0_{,30}} = 33_{,22}\text{mal},$$

sie ist mithin für die Totalsehweite von 250mm.

$$= 33_{,22} \cdot \frac{250}{346_{,}} = 23_{,99}\text{mal}.$$

Die Vergrößerungen mit Okular II verhalten sich demnach zu den gleichnamigen mit Okular I für dieselbe Sehweite wie $23{,}_{99}$ zu $15{,}_{71}$, sind also $1{,}_{527}$mal so stark als letztere. Man erhält daher für 250mm. Sehweite folgende Vergrößerungen:

Okular II.

System Nr. 1. $15{,}_{71} \cdot 1{,}_{527} = 23{,}_{99}$mal.
„ „ 2. $53{,}_{13} \cdot 1{,}_{527} = 81{,}_{13}$ „
„ „ 3. $205{,}_{1} \cdot 1{,}_{527} = 313{,}_{2}$ „

Messungen mit Okular III.

Die Ermittelung der durch Okular III bewirkten Vergrößerungen ist Obigem nach wiederum dieselbe wie bei Okular II. Nehmen wir daher auch hier wieder die direkte Messung mit System Nr. 1 als Grundlage.

Messung 1^a. System Nr. 1. Man finde die Größe von $0{,}_{10}$mm. (Mittel aus zehn Messungen) $= 8{,}_{86}$mm. Der senkrechte Abstand der oberen Augenglasfläche über der Tischfläche sei hier $= 329{,}_{1}$ mm.

Nachdem nun das Instrument zur Herstellung der zweiten Sehweite auf dem bereits zu diesem Zwecke benutzten Kasten seinen Platz gefunden, nimmt man die Messung 1^b vor.

Messung 1^b. System Nr. 1. Die Länge von $0{,}_{10}$mm. ergab (Mittel aus wiederum zehn Messungen) $= 16{,}_{711}$mm. Der senkrechte Abstand der Augenglasfläche über dem Tische sei jetzt $= 634{,}_{1}$ mm.

Nun folgt der Abstand x.

$$\frac{16{,}_{711}}{8{,}_{86}} = 1{,}_{861}$$

$$634{,}_{1}$$
$$329{,}_{1}$$
$$= 305{,}_{0}$$

$$1{,}_{864} - 1 = \frac{305{,}_{0}}{0{,}_{861}} = 344{,}_{1}$$

$$344{,}_{1}$$
$$-\ 329{,}_{1}$$
$$x = 15{,}_{0}\text{mm.}$$

Probe:

$$634{,}_{1} + 15{,}_{0} = 649{,}_{1}\text{mm.}$$
$$(329{,}_{1} + 15{,}_{0}) \times 1{,}_{864} = 649{,}_{1}\ „$$

Die Vergrößerung des Systems Nr. 1 mit Okular III war bei der Totalsehweite von $329{,}_{1} + 15{,}_{0} = 344{,}_{1}$ mm.

$$= \frac{8{,}_{86}}{0{,}_{10}} = 88{,}_{60}\text{mal.}$$

sie ist mithin für die Totalschweite von 250mm.

$$= 88,_{69} \cdot \frac{250}{344,_1} = 64,_{37}\text{mal.}$$

Die Vergrößerungen mit Okular III verhalten sich mithin zu den gleichnamigen mit Okular I für dieselbe Schweite wie $64,_{37}$ zu $15,_{71}$ und sind somit $4,_{097}$mal so stark wie letztere. Man erhält nun für 250mm. Schweite folgende Werthe:

Okular III.

System Nr. 1. $15,_{71} \cdot 4,_{097} = 64,_{36}$mal,
" " 2. $53,_{13} \cdot 4,_{097} = 217,_6$ "
" " 3. $205,_1 \cdot 4,_{097} = 840,_2$ "

Die Berechnungen für 250mm. Schweite sind nun sämmtlich ausgeführt und es fehlen nur noch die Vergrößerungen auf der Tischfläche für die Okulare II und III. Es sind dieselben aus den gemachten Messungen leicht abzuleiten: System Nr. 1 und Okular I ergab den senkrechten Abstand der oberen Augenglasfläche über der Tischfläche $= 328,_5$mm. Bei demselben Systeme und Okular II war dieser Abstand $= 327,_3$ und bei Okular III $= 329,_1$mm. Da nun, wie leicht erklärlich ist, diese Unterschiede bei allen andern Systemen in derselben Größe auftreten, so sind aus den mit Okular I festgestellten Schweiten die der übrigen Okulare leicht zu finden, indem nur obige Differenz dabei berücksichtigt zu werden braucht. Es ergiebt sich für Okular II und

System Nr. $1 = 328,_5 - 1,_2 + 18,_8 = 346,_1$mm.
" " $2 = 316,_2 - 1,_2 + 18,_8 = 333,_8$ "
" " $3 = 311,_6 - 1,_2 + 18,_8 = 329,_2$ "

desgleichen für Okular III und

System Nr. $1 = 328,_5 + 0,_6 + 15,_0 = 344,_1$ "
" " $2 = 316,_2 + 0,_6 + 15,_0 = 331,_8$ "
" " $3 = 311,_6 + 0,_6 + 15,_0 = 327,_2$ "

Dieses sind demnach die Totalschweiten bis zur Tischfläche, wenn das Mikroskop auf ein Objekt eingestellt ist. Da nun die Vergrößerungen für die Schweite von 250mm. bereits ermittelt worden, geschieht die Ableitung der noch zu suchenden aus diesen.

Man hat daher Vergrößerung auf der Tischfläche

Okular II.

System Nr. $1 = 23,_{99} \cdot \frac{346,_1}{250} = 33,_2$mal,

" " $2 = 81,_{13} \cdot \frac{333,_8}{250} = 108,_3$ "

" " $3 = 313,_2 \cdot \frac{329,_2}{250} = 412,_4$ "

Okular III.

$$\text{System Nr. } 1 = 64_{,36} \cdot \frac{344_{,1}}{250} = 88_{,6}\text{mal,}$$

$$\text{„ „ } 2 = 217_{,6} \cdot \frac{331_{,8}}{250} = 288_{,8} \text{ „}$$

$$\text{„ „ } 3 = 840_{,2} \cdot \frac{327_{,2}}{250} = 1100 \text{ „}$$

Nun kann die vollständige Tabelle der Vergrößerungen des Mikroskops angefertigt werden, welche dann, auf einem passenden Papierblatte verzeichnet, gewöhnlich unter den Deckel des Mikroskopkastens geklebt wird.

	Längen-Vergrößerung des Mikroskops.					
	A. Für 250 Millimeter Sehweite.			B. Für die Sehweite bis zur untern Fläche der Fußplatte des Mikroskops, Behufs Messung der Objekte auf der Tischfläche.		
Objektiv System.	Okular I.	II.	III	Okular I	II	III
Nr. 1.	$15_{,7}$	$24_{,0}$	$64_{,4}$	$22_{,2}$	$33_{,2}$	$88_{,6}$
„ 2.	$53_{,1}$	$81_{,1}$	$217_{,6}$	$72_{,6}$	$108_{,3}$	$288_{,8}$
„ 3.	$205_{,1}$	$313_{,2}$	$840_{,2}$	$276_{,7}$	$412_{,4}$	1100

Durch die Zahlen der Tabelle A wird die „natürliche“ Vergrößerung veranschaulicht, weshalb der allgemeine Ausdruck „300malige Vergrößerung“ immer nur zur Tabelle A, d. h. zu 250mm. Sehweite, Beziehung hat. Man kann, da diese Vergrößerungswerthe sämmtlich für die ebengenannte feststehende Sehweite berechnet sind, nach denselben für jede andere Sehweite die entsprechenden Werthe ermitteln.

Anders ist es mit den Werthen der Tabelle B. Ihnen liegt keine gemeinschaftliche Sehweite zu Grunde, da mit jedem Wechsel der Objektive und Okulare eine Aenderung der Instrumenthöhe verbunden sein wird, welche letztere, mit Hinzurechnung des Augenabstandes oberhalb des Augenglases, für jeden einzelnen dieser Tabellenwerthe eben die Sehweite bildet. Es folgt hieraus, daß die Zahlen dieser Tabelle die Divisoren bei Berechnung der wahren Größe der Objekte sind, wenn letztere, gleich den Vergrößerungen, auf der Tischfläche gemessen werden. Aus diesem Grunde sind sie für den Mikroskopiker, welcher diese Methode der Objektmessung gewählt hat, von wissenschaftlicher Bedeutung.

3. Das Messen der Objekte.

Will man die wahre Größe irgend eines Objekts messen, z. B. mittels Systems Nr. 3 und Okulars I, so legt man die Glasplatte, auf welcher das Objekt sich befindet und welche mit der benutzten Mikrometerglasplatte nahezu gleiche Dicke haben muß, unter das Mikroskop und stellt das Objekt in der Mitte des Gesichtsfeldes scharf ein. Man muß natürlich die Stärke der Vergrößerung einem jeden Objekte angemessen wählen, d. h. der Art, daß das auf die Tischfläche projizirte Bild in einer der Messung günstigen Größe erscheint, welche letztere nach meiner Ansicht 4 bis 20 Millimeter beträgt. Mißt man nun auf die bekannte Weise mittels des Zirkels auf der Tischfläche und findet die Länge des Objekts = 12mm. so ist die wahre Länge desselben

$$= \frac{12}{276{,}_3} = 0{,}_{0434}\text{mm.}$$

weil $276{,}_3$ der zugehörige Vergrößerungswerth ist.

Man sieht wohl, wie einfach diese Methode des Objektmessens ist, wenn die Tabelle der sämmtlichen Vergrößerungen des angeschafften Mikroskops angefertigt ist. Man kann aber, wenn man viel mit Objektmessungen beschäftigt ist, diese Arbeit noch vereinfachen, so daß man auch die Division durch den Vergrößerungswerth nicht mehr nöthig hat, und kann hierbei auf zweierlei Weise verfahren. Entweder fertigt man sich Tabellen, in welchen neben den gemessenen Größen von 4 bis 20 Millimetern die wahren Größen verzeichnet werden, z. B. bei obiger Vergrößerung von $276{,}_3$ folgendermaßen:

Vergrößerung: $276{,}_3$.			
Gemessene Größe.	Wahre Größe.	Gemessene Größe.	Wahre Größe.
$4{,}_0$	$0{,}_{0145}$	$4{,}_6$	$0{,}_{0166}$
$4{,}_1$	$0{,}_{0149}$	$4{,}_7$	$0{,}_{0170}$
$4{,}_2$	$0{,}_{0152}$	$4{,}_8$	$0{,}_{0174}$
$4{,}_3$	$0{,}_{0156}$	$4{,}_9$	$0{,}_{0177}$
$4{,}_4$	$0{,}_{0159}$	$5{,}_0$	$0{,}_{0181}$
$4{,}_5$	$0{,}_{0163}$	$5{,}_1$	$0{,}_{0185}$
u. s. f.			

Die Zahlen solcher Tabellen beziehen sich selbstverständlich auf alle existirenden Maße, können daher sowol Pariser, Rheinländische oder Wiener Linien als Millimeter bedeuten. Es ist jedoch für alle Fälle rathsam, sämmtliche Messungen nur allein in Millimetermaß auszuführen, indem die neuere Wissenschaft dieses letztere fast durchgängig angenommen und der Millimeter für die Mikroskopie in der That die geeignetste Maßeinheit bildet.

Harting theilt den Millimeter in 1000 gleiche Theile und nennt einen solchen Theil „Mikromillimeter", mit der Bezeichnung mmm. oder μ.

Da man die Werthe der ersten Rubrik, wenn man bis auf das Hundertstel des Millimeters mißt und noch bequem aus der Tabelle ablesen will, von $0,_1$ zu $0,_1$ mm. in dieselbe einsetzen muß, außerdem, wenn auch nicht gerade für jede, so doch für die eine und die andere der Vergrößerungen eine solche Tabelle erforderlich ist, so nimmt diese Arbeit etwas viel Zeit in Anspruch: ist sie aber einmal vollendet, so hat man damit die einfachste aller Verfahrungsweisen zur Messung der Objekte. Andrerseits fertigt man für die eine und die andere der Mikroskopvergrößerungen eine der Vergrößerung entsprechende Skala, um sofort die gemessene Größe in wahrer Größe darauf abzugreifen: man fertigt also einen Maßstab, welchem gerade dieselbe Vergrößerung zu Grunde liegt, wie diejenige des Mikroskops. Wenn man z. B. bei einer $276,_3$ maligen Vergrößerung

$$\frac{276,_3}{12,_5} = 22,_1 \text{ mm.}$$

zwischen den Zirkel faßt, die Länge auf einem Blatte Kartenpapier markirt, in 16 gleiche Theile theilt und diese Abtheilungen der Reihe nach mit den Zahlen 5, 10, 15, 20, 25 u. s. f. bezeichnet, welche ihren wahren Werthen in Tausendtheilen des Millimeters entsprechen, so hat man damit den Maßstab zur direkten Messung der wahren Größen von $0,_{005}$ zu $0,_{005}$ mm. und kann die zwischenliegenden Tausendstel hinreichend genau schätzen.

Man sieht schon, daß eine Tabelle zwar genauere Resultate liefert als eine Zeichnung; wo jedoch Größenangaben in Tausendtheilen des Millimeters genügen, da leistet eine solche Skala vortreffliche Dienste. Auch kann man die Skala der Mikroskopvergrößerung gegenüber z. B. fünffach vergrößern, so daß man, die gemessene Größe zwischen die Zirkelspitzen gefaßt, letztere auf der Skala fünfmal zu überschlagen hat, um die Ablesung in wahrer Größe zu erzielen, durch welches Verfahren man eine direkte Theilung von ein zu ein Tausendstel des Millimeters erreichen und hinreichend genau nach Zehntausendsteln einschätzen kann. Man kann für solchen Zweck die vorhin besprochene Skala benutzen, wenn nur die Bezeichnung der Abtheilungen statt mit den Zahlen 5, 10, 15, 20, 25 u. s. f. hier mit 1, 2, 3, 4, 5 u. s. f. geschieht.

Alle Objektmessungen hängen in Betreff ihrer Richtigkeit von der Richtigkeit der Werthe der Tabelle B ab. Es liegt auf der Hand, daß die Genauigkeit der letztern, wenn man bei der Ermittelung derselben selbst genau gearbeitet hat, von der richtigen Größe und Theilung des Glasmikrometers abhängig ist, aus welchem Grunde man dieses wichtige Werkzeug nur von einer bewährten Firma beziehen muß.

Von der Richtigkeit des Verhältnisses der Zahlen dieser Tabelle kann man sich überzeugen, wenn man die Messung eines und desselben Objektes bei verschiedenen Vergrößerungen vornimmt. Hat man z. B. mit System 2 und Okular III die Länge irgend eines Objektes auf der Tischfläche im Mittel zu $8,_{89}$, dasselbe Objekt mit System 3 und Okular I $= 8,_{50}$ und mit dem gleichen Systeme und Okular II $= 12,_{67}$ Millimeter gefunden, so hat man nach diesen drei Messungen die wahre Objektgröße:

$$\text{System 2, Okular III } \frac{8,_{89}}{288,_8} = 0,_{0307} \text{ mm.}$$

System 3, Okular I $\frac{8,_{50}}{276,_{3}} = 0,_{0307}$mm.

" 3, " II $\frac{12,_{67}}{412,_{4}} = 0,_{0307}$ "

Aus den übereinstimmenden Resultaten ergiebt sich nun mit genügender Sicherheit die Richtigkeit des Verhältnisses dieser in Tabelle B ausgeworfenen Werthe, nicht aber ist der Beweis von der absoluten Richtigkeit dieser Zahlen geliefert, sie können durchgängig um irgend ein Verhältniß zu groß oder zu klein sein, je nachdem der zur Ermittelung benutzte Mikrometer in seiner wahren Länge von der richtigen Länge abgewichen. Ein Mikrometer, dessen Theilstriche, unter dem Mikroskop betrachtet, in ungleicher Entfernung von einander liegen, ist ganz unbrauchbar. Gute Objektiv-Mikrometer bezieht man von E. Hartnack, Place Dauphine 21, Paris; bei ihnen ist der Millimeter in hundert Theile getheilt und kostet das Stück 20 Francs. Diese Mikrometer kann der Verfasser bestens empfehlen. Der Optiker Carl Zeiß in Jena liefert ebenfalls ausgezeichnete Objektiv-Mikrometer, einen Millimeter in hundert Theile, in Etuis 12 Mark. —

Bei der oben angeführten Verfahrungsweise kommt es vor, daß einzelne mit dem Zirkel auf der Tischfläche abgegriffene Größen vom Gesammtmittel aus vielen Messungen um $0,_{2}$mm. abweichen; ein einigermaßen Geübter wird schwerlich noch bedeutendere Fehler begehen, wenn derselbe sich ein- für allemal zur Regel nimmt, die Entfernungen nicht zu groß zu nehmen. Ich habe gefunden, daß man bei einer Oeffnung des Zirkels von 4 bis zu 20mm. recht gut messen kann. Wenn nun die angewandte Vergrößerung eine 400fache war, so beträgt die wahre Größe des bei einer einzigen Messung möglichen Fehlers $\frac{0,_{2}}{400} = 0,_{0005}$mm. Bei 400facher Vergrößerung erhält man mithin schon bei einmaliger Messung unter allen Umständen das Resultat bis auf das Tausendstel des Millimeters richtig, weil die größte Differenz die Hälfte des Tausendstel nicht übersteigen kann. Schon bei dem Mittel aus vier Messungen ist der Fehler viel kleiner und nimmt für stärkere Vergrößerungen noch mehr ab, so daß man dann die Objektgrößen dreist in vier Dezimalen des Millimeters angeben kann, ohne befürchten zu müssen, daß die letzte Stelle bedeutend von der Wahrheit abweiche.

Noch soll des vielverbreiteten Irrthums gedacht werden, der dadurch begangen wird, daß der Abstand des Augenglases von der Tischfläche als „Sehweite" angenommen wird. Man kann sich von der Fehlerhaftigkeit solcher Annahme bald überzeugen, wenn man die Augenglasfläche z. B. zuerst in die Entfernung von 300, dann aber in diejenige von 600mm. über die Tischfläche bringt. Die beiden Vergrößerungswerthe, auf der Tischfläche genau gemessen, verhalten sich nicht wie diese Abstände zu einander, sondern wie $300 + x$ zu $600 + x$, wobei x den Abstand des Auges von der Augenglasfläche bedeutet.

Es ist diese bei der Messung begangene Unrichtigkeit gewiß die Hauptursache, weshalb die Optiker bei den von ihnen bezogenen Mikroskopen die Vergrößerungen durchgängig zu hoch angegeben haben, obgleich auf ihren Tabellen bemerkt ist, daß die Angaben für 250mm. Sehweite giltig seien. — Berechnen wir z. B., um den Fehler, der durch obigen Umstand veranlaßt wird, anschaulich zu machen,

die Vergrößerung für System 3 und Okular I auf diese Weise für 250mm. Seh weite oder Abstand des Augenglases über der Tischfläche, so ergiebt sich für die ebengenannten Linseneinsätze $276,_3 \cdot \frac{250 + 25,_2}{336,_8} = 225,_7$, während die wahre Vergrößerung nur $205,_1$ ist. Die solcherweise berechnete Vergrößerung ist offenbar um das Verhältniß $275,_2$ zu 250, demzufolge hier um 10 Prozent zu hoch. —

Aus Vorstehendem geht zur Genüge hervor, daß jeder Besitzer eines Mikro skops, wenn er dieses zu wissenschaftlichen Arbeiten benutzt, Ursache hat, die Messung der Vergrößerungen seines Instrumentes eigenhändig zu vollführen, wenn er sich nicht Täuschungen in dieser Beziehung hingeben will. Die Geschick lichkeit zu dieser Arbeit ist bald erworben; ein guter Mikrometer ist die Haupt sache, bei der Anschaffung dieses Werkzeuges darf man daher nicht sparen wollen.

4. Berechnung und Vergrößerung des zusammengesetzten dioptrischen Mikroskopes.

Brennweite des Augenglases	18 mm.
Abstand der konvexen Fläche des Augenglases von der des Kollektivs	36 „
Brennweite des Kollektivs	54 „
Abstand des optischen Mittelpunktes des Objektivsystems von der konvexen Fläche des Augenglases	212 „
Aequivalente Brennweite des Objektiv Systems	$3,_6$ „
Abstand des Objektivs vom Kollektiv (siehe oben)	176 „
Sehweite	250 „

Der Ort des Fokus der aus dem Augenglase des Mikroskops austretenden Strahlen, in welchen beim Beobachten das Auge zu liegen kommt, muß zuerst berechnet werden. Es ist der Ort, in welchem das optische Bild des Objektivs entsteht. Man hat

$$\frac{176 \cdot 54}{176 - 54} = 77,_{902}$$

$$\begin{array}{r} 77,_{902} \\ -\ 36,_{000} \\ \hline 41,_{902} \end{array}$$

$$\frac{41,_{902} \cdot 18}{41,_{902} + 18} = 12,_{591}.$$

Der Augenglasfokus liegt mithin hier $12,_{591}$ Millimeter oberhalb der brechenden (konvexen) Fläche des Augenglases.

Das scheinbare Bild (das sichtbare vergrößerte Bild) liegt daher

$$250 - 12,_{591} = 237,_{409}\text{mm}.$$

unterhalb des Augenglases.

Das Luftbild des Objektivs steht dann

$$18 - \frac{18 \,.\, 18}{237{,}_{409} + 18} = 16{,}_{731}\text{mm.}$$

unterhalb des Augenglases, mithin

$$36 - 16{,}_{731} = 19{,}_{269}\text{mm.}$$

oberhalb des Kollektivs.

Die vom Objektiv kommenden Strahlen konvergiren aber so, daß das Luftbild, wenn das Kollektiv nicht vorhanden wäre, in dem Abstande von

$$\frac{54 \,.\, 19{,}_{269}}{54 - 19{,}_{269}} = 29{,}_{959}\text{mm.}$$

oberhalb des Kollektivs, oder

$$36 - 29{,}_{959} = 6{,}_{041}\text{mm.}$$

unterhalb des Augenglases entstehen würde. Es beträgt daher diese Bildentfernung vom optischen Mittelpunkte des Objektivsystems

$$212 - 6{,}_{041} = 205{,}_{959}\text{mm.}$$

Die Vergrößerung des Objektivs würde daher bei Nichtvorhandensein des Kollektivs betragen:

$$\frac{205{,}_{959} - 3{,}_{6}}{3{,}_{6}} = 56{,}_{211}\text{mal.}$$

Das Kollektiv aber verringert diese Zahl in dem Verhältniß der beiderseitigen Abstände des Luftbildes ohne und mit Kollektiv von letzterm; demnach ist die Vergrößerung des wirklich entstehenden Luftbildes

$$56{,}_{211} \cdot \frac{19{,}_{269}}{29{,}_{959}} = 36{,}_{153}\text{mal.}$$

Das Augenglas vergrößert

$$\frac{250 - 12{,}_{591} + 18}{18} = 14{,}_{189}\text{mal.}$$

Die Gesammtvergrößerung des Mikroskops ist daher

$$36{,}_{153} \cdot 14{,}_{189} = 513\text{mal.}$$

Erster Abschnitt.

Die mikroskopische Wunderwelt des Wassers.

Daß das Wasser eine Hauptquelle des pflanzlichen und thierischen Lebens bildet, daß unzählbare Millionen belebter Geschöpfe im Wasser ihre Wohnung haben und daselbst ihre Nahrung finden, das setze ich als allgemein bekannt voraus. Oder vermagst Du die Tausende und aber Tausende von sogenannten Wasserlinsen zu zählen, welche die Oberfläche eines einzigen Weihers gleich einem hellgrünen Teppich bedecken? Werfen wir einen forschenden Blick in die klare Flut jenes von hohem Schilf umgürteten Teiches, dessen spiegelglatte, das Blau des Himmels zurückstrahlende Fläche hier und da mit malerischen Gruppen der großen, runden, glänzend grünen Blätter und weißen und gelben Blumen der Wasserlilien (Nymphaeen) geschmückt und mit zahllosen, verschieden geformten Blättern und Blüten anderer kleinerer Wasserpflanzen bestreut ist. Du wirst erstaunen, welch' vielgestaltiges Leben sich in einem einzigen solchen Teiche regt! Hier klettern zierliche Wasserschnecken an den Stengeln und Wurzeln der genannten Wasserpflanzen empor, dort tummeln sich Hunderte von kleinen krebsartigen Thierchen und Würmchen aller Art in dem dichten, hellgrünen Filze, welcher von den feinen Fäden vieler Tausende im Wasser schwimmender und zu wolkenartigen Massen angehäufter Algen gebildet wird. Dazwischen leuchten die schillernden Schuppenpanzer verschiedener Fische, welche die Fluten in allen Richtungen durchschneiden, während theils im Schlamme des Grundes, theils an der Oberfläche des Wassers zwischen den dichten Pflanzenmassen die plumperen Körper zahlreicher Frösche und Unken hocken. Wie würdest Du erst staunen, könnten wir in die Tiefen des Meeres schauen, oder auch nur die unzähligen und wunderschönen Pflanzen- und Thiergestalten sehen, mit denen der Schöpfer die vom Meere bedeckten Klippen und Sandbänke an den Küsten der Kontinente und Inseln geschmückt hat! Als ich an einem schönen, sonnigen Aprilmorgen bei dem Dorfe Montrédon unweit Marseille zum ersten Male an die dort aus steilen, nackten Kalkfelsen gebildeten Gestade des Mittelländischen Meeres trat und meine Blicke auf die leise zu meinen Füßen murmelnde krystallhelle Flut hinabgleiten ließ, da entrang sich ein Ausruf der höchsten Bewunderung meiner Brust, denn

meine Augen erschauten eine nie geahnte Pracht. Der seichte, oft kaum einen Meter hoch vom Wasser bedeckte Grund des Meeres zeigte sich nämlich, so weit ich sehen konnte, mit einem in den brillantesten Farben schimmernden Teppich bekleidet. Der Grund dieses Teppichs bestand aus braunen und grünen Farbentinten, die hineingewebten phantastischen Muster aus Roth, Gelb und Grau in allen möglichen Schattirungen, ja selbst himmelblaue und purpurviolette Nüancen fehlten nicht. Dieser natürliche Teppich war nämlich aus Millionen büschelförmig neben und durch einander wachsender Individuen zahlreicher Arten von Meeresalgen und Pflanzenthieren gebildet. Binnen einer Stunde sammelte ich mehr als dreißig verschiedene Arten von Algen und Tangen, und dennoch dürfte ich noch kaum den dritten Theil aller auf jenem beschränkten Raume wachsenden Arten dieser zierlich geformten Seegewächse mitgenommen haben. Ich konnte es nicht müde werden, auf dem moosartig weichen Algenteppich dieses unterseeischen Gartens umherzugehen und die eben so seltsamen als schönen, im Sonnenlicht glitzernden Pflanzen- und Thiergestalten zu bewundern. Denn auch Thiere fehlten nicht, doch waren es meist festsitzende, vornehmlich Röhrenwürmer und Polypen. Namentlich die letzteren zeichneten sich durch ihre schöne Färbung aus, indem ihre büschelförmig oder blumenartig gruppirten Fühlfäden bald in einem dunklen Olivengrün, bald in einem brennenden Purpurviolett, bald in einem durchsichtigen Azurblau prangten. Wie wunderbar erscheinen erst alle diese merkwürdigen Seegewächse und Pflanzenthiere, wenn man ihren innern Bau unter dem Mikroskop betrachtet! Jene unterseeischen Algengärten von Montrédon und anderen Punkten der Mittelländischen Küsten sind aber nichts im Vergleich mit den prachtvollen Algen- und Korallenkolonien, welche sich im Großen Ozean an den Rändern der unzähligen, durch denselben zerstreuten Koralleninseln ausbreiten und sich bis zu bedeutenden Tiefen in das Meer hinab erstrecken. Und wie viel Billionen von Meerespflanzen und Thieren mag die berühmte, von Columbus entdeckte Sargassobank von Corvo und Flores bergen, welche sich im Atlantischen Ozean als ein 30 bis 60 Meilen breiter Streifen über 65 Breitegrade ausdehnt und einen Raum von mehr als 35,000 Quadratmeilen bedeckt! Dieselbe besteht nämlich lediglich aus angehäuften Individuen von Tangen, vorzugsweise solchen des schwimmenden Beerentangs (Sargassum natans), welcher auch anderwärts im Meere vorkommt und die sogenannten schwimmenden Wiesen der Seefahrer bildet. Wer endlich vermöchte das bunte, vielgestaltige Heer der Fische, Mollusken, Crustaceen, Korallen und anderer im Meere lebender Thiere zu zählen?

Und dennoch ist das Leben der Gewässer lange nicht auf die Myriaden von Thieren und Pflanzen beschränkt, welche wir mit unbewaffnetem Auge zu erkennen im Stande sind. Bringe einen einzigen Tropfen aus einem mit Teichlinsen bedeckten Wassergraben oder aus einem stagnirenden Sumpfe, den die Julisonne längere Zeit durchwärmt hat, unter das Mikroskop, betrachte denselben mit einer zwei- bis dreihundertfachen Vergrößerung, und Du fährst fast erschrocken zurück, denn Deinen Blicken erschließt sich eine neue, ungeahnte Welt des Lebens. Da tummeln sich Hunderte von kleinen, zierlich gestalteten Wesen lustig umher, während andere wieder langsam, wie träumerisch, sich bald rückwärts, bald vorwärts drehen, oder wol auch ganz unbeweglich an ihrem Platze bleiben. Letztere erkennst Du schon an ihrer schöngrünen Farbe für pflanzliche

Gebilde, obwol ihre Form von derjenigen aller Dir bekannten Pflanzen himmelweit verschieden ist, indem sie eher aus Smaragd verfertigten Zierrathen als Pflanzen ähnlich sehen. Desgleichen erkennst Du viele von den umherschwimmenden Wesen sofort als Thiere, denn Du gewahrst an ihnen Ruder- und Fangorgane, eine Mundöffnung, ja bei manchen in ihrem Innern — denn sie sind vollkommen durchsichtig — magenartige Räume: Du bemerkst auch, daß sie sich völlig willkürlich bewegen. Was für Wesen sind aber jene seltsamen kahn und stabförmigen Gebilde, welche in großer Anzahl zwischen den kleinen Thierchen und Pflänzchen herumschwimmen und deren Bewegung trotz ihrer Schnelligkeit eine mehr willenlose als willkürliche zu sein scheint? Die grüne Farbe, welche manche von ihnen besitzen, erinnert an pflanzliche Gebilde, während das Bewegungsvermögen mehr für thierische Abstammung zu sprechen scheint.

Der Beobachter hat dreierlei Klassen von lebenden Geschöpfen vor seinen Augen, nämlich sogenannte Infusionsthierchen (Infusorien), dann kleine, sehr einfach gebaute Pflanzen, sogenannte Desmidieen, und endlich Wesen, welche auf der Grenze zwischen dem Pflanzen und Thierreich stehen und daher seit langer Zeit ein Zankapfel der Naturforscher gewesen sind, während sie gegenwärtig die Mehrzahl der Forscher, wol mit Recht, zu den Pflanzen zählt. Man nennt sie in der Wissenschaft Diatomeen oder Bacillarien.

So birgt ein einziger Tropfen Wassers Hunderte von Geschöpfen aus drei verschiedenen Abtheilungen des organischen Lebens! Er kann es wenigstens, denn sein Raum ist groß genug, um nicht nur Hunderte, sondern Tausende jener unglaublich kleinen Wesen zu beherbergen. Doch wird man viel häufiger blos Infusorien oder Diatomeen und Desmidieen in einem Wassertropfen und überhaupt in einem und demselben Wasser antreffen, als alle drei Klassen jener mikroskopischen Geschöpfe vereinigt. Dagegen wird man nur selten Wasser finden, das ganz frei von denselben, besonders von Infusorien wäre, denn mit Ausnahme reinen Quell und Brunnenwassers und klarer, schnell fließender Bäche beherbergen alle Gewässer der Erde zahllose mikroskopische Thiere und Pflanzen. Selbst das salzige Wasser des Meeres macht keine Ausnahme, denn auch in diesem, besonders an den Küsten des Landes und im Schlamme des Grundes, tummeln sich Billionen von Diatomeen und mikroskopischen Thieren. Wir erschrecken ob dieser Bemerkung: ein unheimliches Grausen erfaßt uns bei dem Gedanken, daß wir vielleicht schon oft Tausende von Thieren mit einem einzigen Trunke Wassers verschluckt haben mögen, daß wir uns in keinem Flusse oder Teiche baden können, ohne mit zahllosen uns unsichtbaren Geschöpfen in Berührung zu kommen, mit einem Worte, daß ein noch im kleinsten Raume tausendgestaltiges Leben die Welt der Gewässer durchdringt! Der Schreck, der Abscheu wird sich mindern, wenn wir erst nähere Bekanntschaft mit jenen kleinen Geschöpfen gemacht und den Nutzen und den Werth kennen gelernt haben, den ein großer Theil derselben für den Menschen hat. Zu diesem Zwecke will ich nun im Folgenden das mikroskopische Leben der Gewässer zu schildern und durch eine Reihe mikroskopischer Bilder anschaulich zu machen suchen. Und zwar wollen wir mit jenen räthselhaften, auf der Grenze zwischen dem thierischen und dem pflanzlichen Leben stehenden Geschöpfen beginnen.

Die Diatomeen.

Die Diatomeen oder Bacillarien sind außerordentlich kleine Geschöpfe, indem bei vielen derselben der Durchmesser blos $^1/_{300}$ Linie beträgt, so daß von diesen 3600 neben einander gelegt werden müßten, um eine Reihe von einem Zoll Länge zu erhalten! Dem bloßen Auge werden diese winzigen Wesen erst bemerkbar, wenn ihrer viele Millionen neben und über einander liegen. Dann nämlich erscheint ihre Gesammtmenge wie ein kleines Häufchen ganz feinen, mehlartigen Staubes von gewöhnlich graulich-weißer Farbe. Und dennoch, welche wunderbare Mannichfaltigkeit und Schönheit der Form birgt oft ein einziges Häufchen solch unscheinbaren Staubes, zwischen dessen einzelnen Theilchen das unbewaffnete Auge, ja selbst eine zwanzig- und dreißigfache Vergrößerung, nicht die geringste Gestaltverschiedenheit nachzuweisen vermag! Wir können uns davon überzeugen, wenn wir die Abbildungen Fig. 11 ansehen. Da finden wir eine förmliche Musterkarte von Diatomeenformen, und zwar zum Theil so auffallende und seltsame Formen, daß es schwer fallen wird, zu glauben, daß dergleichen Gebilde, unter einander gemengt, eine mehlige, durch und durch scheinbar völlig gleichartige Masse geben können. Nur die außerordentliche Kleinheit der Diatomeen macht dies möglich. Ehe ich den Leser nun mit den einzelnen auf unserem Holzschnitt abgebildeten Formen näher bekannt mache, will ich erst Einiges über die Lebensweise und den Bau jener seltsamen Zwerggeschöpfe vorausschicken.



Fig. 10. Die Schiffchenalge.

Die Diatomeen leben sämmtlich im Wasser, theils in süßem, theils in salzigem (im Meere). Da aber wegen ihrer ungewöhnlichen Kleinheit schon ein Wassertropfen für sie ungefähr dasselbe ist, was ein Teich für die oben genannten Wasserlinsen, so wird es begreiflich, daß schon in einer mäßig feuchten Erde Diatomeen leben können, ja daß ein einziger Kubikzoll solcher Erde Tausende und Millionen dieser Geschöpfe zu beherbergen und ihnen das zu ihrem Leben nöthige Wasser zu spenden vermag. Der Bau der Diatomeen ist höchst einfach. Ein jedes dieser Geschöpfchen besitzt nämlich eine aus zwei durch Cellulose, d. h. pflanzlichen Zellstoff, an einander gekitteten Hälften gebildete Schale, welche aus Kieselerde besteht und deshalb auch nach dem Tode des eigentlichen Geschöpfes wohl erhalten bleibt, da die Kieselerde wegen ihrer Schwerlöslichkeit im Wasser der Verwesung widersteht. Die beiden Hälften oder Seitenstücke dieser Schale, die man den Kieselpanzer der Diatomeen nennt, und welche bald flach bald gewölbt, ja halbkuglig geformt sind, werden durch einen Ring mit einander verbunden, dessen Form nicht allein bei den einzelnen Arten sehr verschieden ist, sondern sich auch

oft bei derselben Art während ihrer wechselnden Entwicklungszustände ändert. Bei Arten mit stark gewölbten Seitenstücken verhält es sich anders.

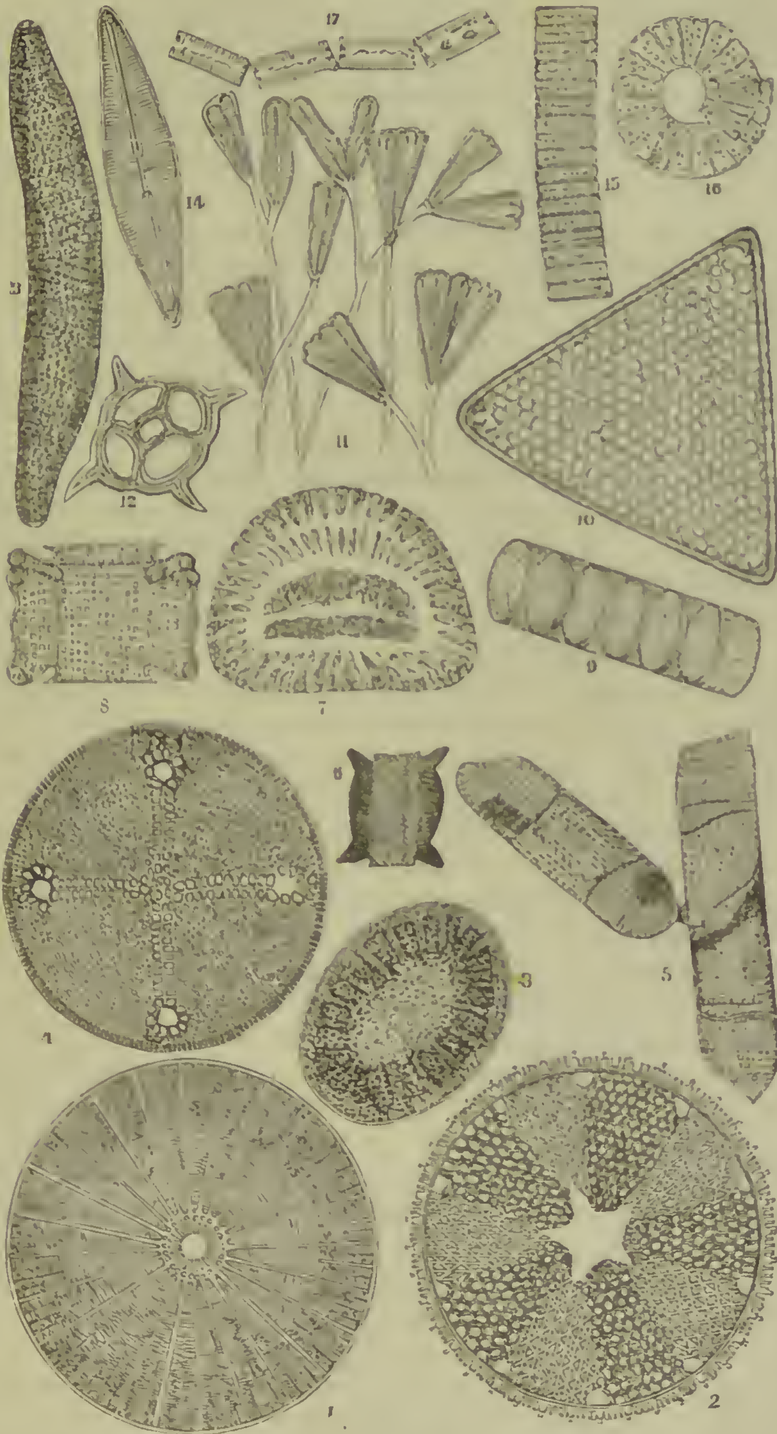


Fig. 11. Diatomeen. Abbildung 1—17.

Bei diesen erscheint der Ring nur als eine schmale glatte Leiste (Fig. 12, I), bei Arten mit sehr wenig gewölbten oder flachen Seitenstücken dagegen als eine

breite Platte (Fig. 10). Dann pflegt diese Platte durch einen mittleren hellen Streifen in zwei gleiche Hälften getheilt zu sein. Ehrenberg, welcher alle Diatomeen zu den Infusorien, also zu den Thieren rechnete, hielt diesen Streifen für eine Spalte im Panzer. In der Mitte dieser scheinbaren Spalte oder dieses Mittelstreifens befindet sich bei manchen eine runde Erhabenheit, welche wegen der Durchsichtigkeit des ganzen Panzers unter dem Mikroskop wie ein Loch erscheint. Ehrenberg erklärte diese beiden einander gegenüberliegenden Stellen für Mund und After. Dagegen befindet sich nach Schleiden an den beiden abgerundeten Enden des Kieselpanzers der Navicula viridis und anderer verwandten Diatomeen wirklich eine große, rundlich-viereckige Oeffnung. Die Außenfläche des Panzers erscheint unter dem Mikroskop auf zwei entgegengesetzten Seiten bald der Quere, bald der Länge nach, bald in allen beiden, bisweilen sogar in den sich kreuzenden Richtungen zierlich gestreift (Fig. 10., Fig. 11, Abb. 11, 14, 17) oder in kleine Felder abgetheilt, facettirt (Fig. 11, Abb. 2, 4, 10), wol auch strahlenförmig von der Mitte nach dem Rande hin gestreift (Fig. 11, Abb. 1), oder mit warzenförmigen Erhabenheiten besetzt (Fig. 11, Abb. 3, 13, 16). Der Diatomeenpanzer läßt drei Hauptformen erkennen. Er ist nämlich bald länglich, nach beiden Enden zu verschmälert und auf dem Querschnitt stumpf vierkantig (Fig. 11, Abb. 13, 14), bald stabförmig, überall gleich dick und auf dem Querschnitt prismatisch (Fig. 11, Abb. 11, 15), bald in Form einer runden oder rundlichen, flach zusammengedrückten Scheibe ausgebildet (Fig. 11, Abb. 1, 7). Die Diatomeen der letztern Art (die Diktyocheen) kommen häufig in stabförmigen Kolonien vor, indem sie sich mit den großen Flächen ihres scheibenförmigen Leibes an einander legen (Fig. 11, Abb. 9). Auch die stabförmigen Diatomeen (die eigentlichen Bacillarien, von bacilla, Stäbchen) werden häufig zu Kolonien vereinigt gefunden; letztere pflegen band- oder fächerförmig zu sein (Fig. 11, Abb. 17, 15, 16, 11). Dagegen leben die länglichen oder spindelförmigen (die eigentlichen Diatomeen), deren Panzer bald gerade, bald bogen-, halbmond-, sichel- oder S-förmig gekrümmt ist, immer einzeln. Eben deshalb läßt sich an diesen das allen Diatomeen eigene Bewegungsvermögen am besten beobachten. Sie schwimmen bald langsam, bald sehr schnell im Wasser umher, weichen sich einander geschickt aus, kurz, zeigen eine scheinbar echt thierische Bewegung. Die zu Kolonien vereinigten Diktyocheen und Bacillarien können sich natürlich nur dann frei bewegen, wenn es ihnen gelingt, sich von den übrigen loszumachen, doch ist auch dann ihre Bewegung eine viel langsamere und weniger willkürliche, als die der eigentlichen Diatomeen. Diejenigen Bacillarien, welche fächer- oder büschelförmig am Ende eines Stieles gruppirt sind, pflegen fortwährend perpendikelartig hin und her zu schwanken. Das Innere eines jeden Diatomeenpanzers ist mit einer zarten Haut ausgekleidet, welche sich bei manchen Diatomeen durch Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure von der Innenseite der Panzerschale ablösen läßt, und welcher eine zähschleimige Schicht anliegt, die bei Einwirkung schwacher Zuckerlösung sich zu einer zarten, gefalteten Membran zusammenzieht. Das Innere des Hohlraums endlich ist mit einer farblosen, wasserähnlichen Flüssigkeit und einem sich mit derselben mischenden, dickflüssigen, bald farblosen, bald goldgelb bis braun gefärbten Schleime angefüllt. Der gefärbte Inhalt, Diatomin genannt, ist immer in bestimmter Weise gruppirt;

bisweilen bildet er bestimmte Leisten oder blattartige Flügel. Beim Absterben wird das Diatomin grün, ebenso bei Behandlung mit Salpeter- oder Salzsäure. Kochende Salpetersäure mit Zusatz von etwas chlorsaurem Kali löst auch die Cellulose, welche die beiden Hälften des Panzers unter sich und mit dem Ringe verkittet, weshalb man sich dieses Verfahrens bedient, um die Diatomeenpanzer behufs genauerer Untersuchung ihres Baues zu zerlegen. Der gefärbte Inhalt befindet sich, so lange die Diatomee lebt, in beständiger und zwar cirkulirender Bewegung. In demselben treten häufig Oeltröpfchen auf, besonders, wie es scheint, bei Wassermangel. Diese Oeltröpfchen sind bisweilen roth gefärbt. Solche hat Ehrenberg für sogenannte Augenpunkte (s. die Infusorien) gehalten. Eine innere thierische Organisation läßt sich aber durchaus nicht wahrnehmen, und daher ist es mehr als gewagt, diese seltsamen Geschöpfe für Infusorien zu erklären, wie es Ehrenberg gethan hat. Denn die Aufnahme fester Stoffe von außen her durch die oben erwähnten Oeffnungen des Panzers, welche der genannte Forscher beobachtet haben will, ist noch sehr zweifelhaft, und würde an und für sich die Frage über die Thier- oder Pflanzennatur der Diatomeen nicht entscheiden, da jene Körper sehr wohl auf rein mechanische Weise, z. B. durch die Wellenbewegung, in das Innere des Panzers gelangen könnten, sollten die betreffenden Stellen wirklich Oeffnungen sein. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß letztere durch Schleim verschlossen sind, indem nach Kützing, der zu den gründlichsten Kennern dieser mikroskopischen Geschöpfe gehört, eine jede lebende Diatomee äußerlich mit Schleim überzogen ist. Ja, die Kolonien der Diltyocheen und Bacillarien sind in einem solchen zähen Schleime förmlich eingebettet. Derselbe verklebt hier auch die einzelnen Individuen mit einander. Nun giebt es eine große Menge von mikroskopischen einzelligen, d. h. aus einem einzigen hohlen Schlauche (einer Zelle) bestehenden Wasserpflänzchen aus der später zu schildernden Klasse der Algen, die ebenfalls zu Kolonien vereint leben und in einem solchen Schleim eingebettet sind, Gebilde, deren Pflanzennatur bis jetzt noch Niemand, auch Ehrenberg nicht, bezweifelt hat. Schon dieser Umstand kann auf den Gedanken führen, daß die Diatomeen Pflanzenformen seien. Am meisten aber spricht für ihre Pflanzennatur die innere Organisation. Die innerhalb des Kieselpanzers eingeschlossene zarthäutige Blase entspricht nämlich vollkommen einer Pflanzenzelle und enthält, wie jede Pflanzenzelle, einen sogenannten Zellenkern (Fig. 12, I, x), welcher bei der gleich zu beschreibenden Theilung der Diatomeen dieselbe Rolle spielt, wie der Zellenkern junger Pflanzenzellen, welche sich theilen wollen. Dazu kommt, daß die feste Membran der inneren Zelle, durch welche nachgewiesenermaßen der äußere Kieselpanzer ausgesondert wird, aus pflanzlichem Zellstoff besteht, und daß im Inhalt auch Chlorophyll (Pflanzenblattgrün) vorkommt, wenn dasselbe auch häufig durch das Diatomin verdeckt ist. Uebrigens findet sich nach Max Schulze das Chlorophyll bei den Diatomeen nicht in Körnerform, sondern in verschieden geformten Massen, z. B. in Form gewundener Bänder (bei Pleurosigma angulatum). Solche Diatomeen erinnern dadurch an gewisse Süßwasseralgen (Spirogyra, s. Algen). Kützing hat daher die Diatomeen in die Klasse der Algen versetzt, und die Mehrzahl der Naturforscher ist ihm hierin gefolgt. Daß eine scheinbar willkürliche Bewegung keinen Grund darbietet, um ein damit begabtes Geschöpf sofort für ein Thier zu erklären, dafür liefern die sogenannten Schwärm-

sporen der Fadenalgen und die Schwärmfäden der Moose, Farrnkräuter und anderer blütenloser Gewächse, lauter echt pflanzliche Gebilde, die wir weiter unten kennen lernen werden, einen schlagenden Beweis. Die Fortpflanzung oder Vermehrung der Diatomeen geschieht allerdings vorzugsweise auf dieselbe Weise, wie bei den echten Infusorien, nämlich durch Theilung des Körpers; ganz dieselbe Art der Fortpflanzung kommt aber auch bei einer Unzahl von niederen Algen vor, z. B. bei den schon genannten Desmidieen. Und zwar theilt sich ein jedes ausgewachsenes Diatomeenindividuum in zwei Hälften, von denen eine jede sich schnell wieder zu einem dem Mutterindividuum ähnlichen Individuum umgestaltet.

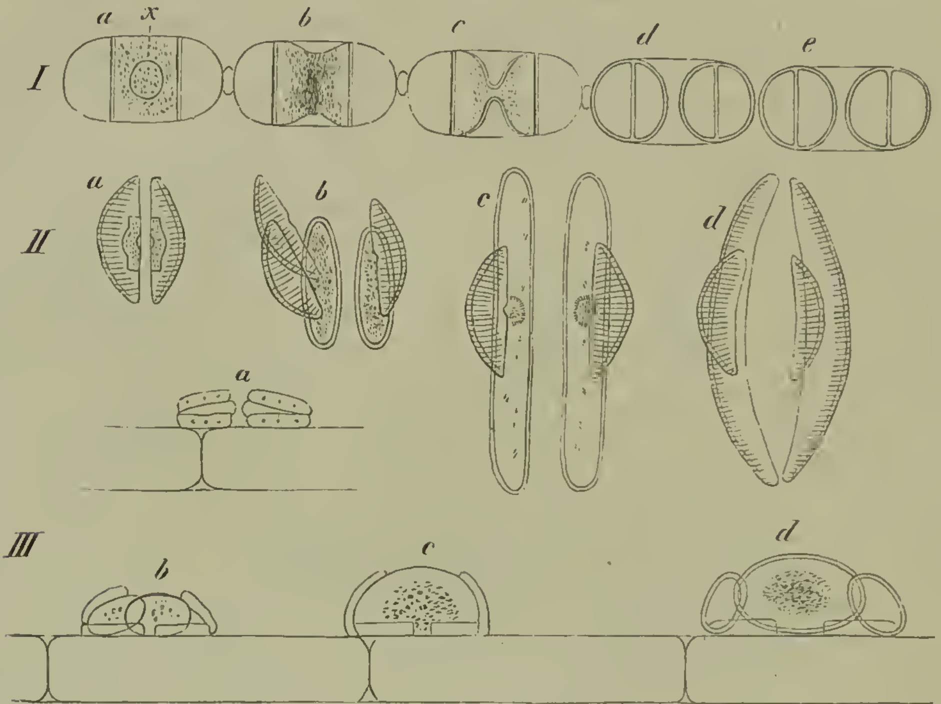


Fig. 12. Theilung und Kopulation der Diatomeen.

Da die Diatomeen in sehr kurzer Zeit ihre vollständige Ausbildung und folglich auch die Fähigkeit sich zu theilen erlangen, so geht die Vermehrung dieser Geschöpfchen ins Unendliche. Denn schon bei der zwanzigsten Theilung beträgt die Nachkommenschaft eines einzigen Diatomeenindividuums über eine halbe Million Individuen! Wegen dieser wirklich fabelhaften Vermehrung vermögen diese winzig kleinen Geschöpfe nach und nach mächtige Ablagerungen oder Schichten zu bauen, indem die unverweslichen Kieselpanzer der abgestorbenen Individuen über einander aufgehäuft werden. Wir werden im zweiten Abschnitte dieses Büchleins erfahren, daß Erdablagerungen, ja selbst Gesteinsmassen von ungeheurer Ausdehnung, ganze Berge und Gebirge lediglich oder wenigstens theilweise aus Anhäufungen von Diatomeenpanzern bestehen. Dadurch aber erhalten diese mikroskopischen Wesen eine hohe Wichtigkeit und Bedeutung für den Menschen. Noch will ich bemerken, daß die Diatomeen ihren Namen davon erhalten haben, daß sie sich durch Theilung vermehren. Derselbe ist nämlich von einem griechischen Beiwort abgeleitet, welches „zertheilt" bedeutet. Die Theilung geschieht durch Einschnürung des obengenannten „Ringes". Wo der Ring breit,

plattenförmig ausgebildet ist (Fig. 10), erfolgt die Zusammenschnürung in der Richtung und an der Stelle des Mittelstreifens. Bei Arten mit stark gewölbten Seitenstücken, wo der Ring sehr schmal ist (Fig. 12, I, c. d. e.), wächst derselbe vor der Theilung in die Breite, worauf er sich einzuschnüren beginnt (Fig. 12, I, a. b. c.). Endlich trennen sich die beiden Hälften von einander (werden „abgeschnürt") und es sind aus einem Diatomeenexemplare zwei entstanden (Fig. 12, I, d. e.), welche sehr rasch auswachsen und sich hierauf wieder zur Theilung anschicken. Die in Fig. 12, I. abgebildete Diatomee heißt Melosira nummuloides und lebt in der Ost- und Nordsee. Sie gehört zu den Bacillarien.

Die Theilung ist aber nicht die einzige Vermehrungsweise der Diatomeen. Bei den meisten dieser zierlichen Geschöpfchen kommt noch eine zweite, viel wunderbarere Fortpflanzung vor, die sogenannte Kopulation. Es nähern oder verbinden sich nämlich Exemplare einer Art miteinander, worauf aus dem Inhalt beider entweder zwei neue Zellen oder blos eine entstehen. Fig. 12 zeigt bei II (Cocconema Cistula) die erste Weise der Kopulation, bei III (Cocconeis Pediculus) die zweite. Bei der Kopulation spaltet sich der Panzer an den Seitenstücken und die innere Zelle tritt hervor (II, b., III, a. b.). Die beiden hervorgetretenen Zellen (Tochterzellen) vergrößern sich bedeutend und bleiben entweder isolirt (II, c. d.) oder verschmelzen mit einander zu einer einzigen größeren Zelle (III, c. d.). Zuletzt tritt Aussonderung von Kieselerde durch die Haut der Tochterzelle ein (II, d.), es wird dadurch ein Kieselpanzer gebildet und das neue Diatomeenexemplar ist fertig. Da bei der Kopulation die Mutterzellen zu Grunde gehen (es bleiben von ihnen blos die Kieselschalen übrig), so wird durch diesen Vorgang die Art zwar fortgepflanzt, aber nicht vermehrt. Ja, wenn aus dem Inhalt zweier Mutterzellen blos eine Tochterzelle entsteht, so tritt sogar eine Verminderung der Exemplare ein. Uebrigens kommt die Kopulation nicht allein den Diatomeen zu, sondern findet sich auch bei den Desmidieen und vielen andern Algen, sogar bei Pilzen. Auch die Kopulation spricht daher für die Pflanzennatur der Diatomeen.

Zum Schlusse dieser Betrachtung will ich den Freunden der Wunderwelt, in der wir uns bewegen, die verschiedenen Formen von Diatomeenpanzern erläutern, welche die Abbildungen 10 und 11 darstellen. Auf dem Holzschnitt Fig. 10 sind zwei Arten der Gattung Navicula (Schiffchenalge) in 250facher Linearvergrößerung abgebildet, nämlich Navicula hippocampos (1), in stehenden Gewässern häufig, und Nav. Spencerii (2), ungleich seltener. Die am häufigsten vorkommende Art dieser hübschen Gattung ist die schön grün gestreifte Nav. viridis. Nr. 3 ist das ebenfalls häufig vorkommende Pleurosigma angulatum, welches jetzt als eines der subtilsten Probeobjekte für die Prüfung des optischen Leistungsvermögens der Mikroskope gilt. Von den verschiedenen meist fossilen, d. h. jetzt ausgestorbenen und blos noch in ihren Kieselpanzern vorhandenen Formen, welche Fig. 11 darstellt, gehören Abb. 1 bis 10, sowie 12 der Gruppe der Diktyocheen, 11, 15 und 16 der Gruppe der Bacillarien, 13, 14 und 17 der Gruppe der eigentlichen Diatomeen an. Abb. 1 ist ein Panzer einer Spinnenwebdiatomee (Arachnoidiscus), so genannt wegen der von dem Centrum nach dem Rande auslaufenden Strahlen, welche den Hauptfäden, und wegen der feineren Querlinien, welche den Nebenfäden eines Kreuzspinnennetzes ähnlich sehen. Abb. 2 ist der Panzer einer Strahlendiatomee (Actinocyclus) von

den Bermudischen Inseln. Diese höchst elegante Gattung hat ihren Namen von den strahlenförmigen Vorsprüngen erhalten, mit welchen der Panzer an der Grenzlinie, wo die beiden Hälften des Panzers zusammenstoßen, besetzt ist. Abb. 3 stellt den Panzer einer Cocconeis, Abb. 4 denjenigen eines Coscinodiscus dar. Beide sind, wie auch Abb. 5 und 8, mit kleinen runden Vertiefungen versehen, welche wie Löcher erscheinen. Davon hat Abb. 4 ihren Namen, der wörtlich Siebscheibe bedeutet, erhalten. Die hier abgebildete, sehr zierliche Art stammt von den Bermudischen Inseln her. Abb. 5 ist die seltsame Isthmia enervis, welche an den Küsten von Nordfrankreich und England lebt; Abb. 7 der in den Mooren von Franzensbad in Böhmen in großer Menge fossil vorkommende Campylodiscus clypeus. Die letztgenannte Art hat ihren Namen, schildförmige Krummscheibe, von der Gestalt ihres Panzers erhalten, welcher schildförmig und an den beiden Seitenwänden umgebogen, folglich konkav-konvex ist (s. Fig. 24). Höchst eigenthümliche Formen sind Abb. 6 und 8. Erstere, das rautenförmige Doppelhorn (Zygoceras rhombus) genannt, besteht aus zwei durch ein kreuzförmig liniirtes Mittelband vereinigten Hälften, deren jede zwei hörnerartige Vorsprünge besitzt; die zweite, das Doppelviereck (Amphitetras) genannt, sieht wie ein auf zwei entgegengesetzten Seiten mit je vier hörnerartigen Vorsprüngen besetzter Würfel aus. Abb. 9 ist eine stabförmige Kolonie der zierlichen Gallionella sulcata, welche jetzt blos noch fossil im Kreidemergel gefunden wird (s. d. zweiten Abschnitt), Abb. 10 eine höchst elegant facettirte Art der Gattung Triceratium (Dreihorn) aus der Mündung der Themse. Abb. 11 stellt gestielte Kolonien der Nägelbacillarie (Gomphonema geminatum), Abb. 12 ein einzelnes Exemplar der schnallenförmigen Netzdiatomee (Dictyocha fibula) dar, eine Gattung, welche ihren Namen von den netzförmig verbundenen Streifen, mit denen ihr Kieselpanzer geziert ist, erhalten hat. Abb. 13 ist eine der Quere nach zierlich gestreifte und mit lochartigen Vertiefungen besetzte Art der fast cylindrischen Gattung Eunotia, Abb. 14 eine Art der Kerndiatomee (Cocconema), einer der Schiffchenalge (Navicula) sehr nahe verwandten Gattung, Abb. 15 eine stabförmige Kolonie der kammförmigen Stückchendiatomee (Himantidium pectinale), Abb. 16 eine Kolonie der schrauben- oder spiralförmigen Spaltbacillarie (Meridion circulare), Abb. 17 endlich eine lose verbundene Kolonie der Flockendiatomee (Tabellaria flocculosa).

Die Desmidieen.

An die Diatomeen schließen sich zunächst die Desmidieen an, auch eine Gruppe einzelliger mikroskopischer Algen, die ihren von einem griechischen Worte, welches Band bedeutet, abgeleiteten Namen dem Umstande verdanken, daß die Individuen von manchen ihrer Arten zu bandartigen, richtiger bandwurmartigen Kolonien vereinigt vorkommen. Die Desmidieen sind fast eben so klein, wie die Diatomeen, bieten aber eine noch größere Mannichfaltigkeit und Eleganz der Formen dar, als jene, wovon Fig. 13, die eine Musterkarte dieser niedlichen Pflänzchen enthält, den Leser überzeugen wird. Manche Desmidieen, z. B. Abb. 20, 21 und 35 dieses Holzschnittes, sehen den Diatomeengattungen

Eunotia, Cocconeis und Navicula ungemein ähnlich. Allein sie, wie überhaupt alle Desmidieen, unterscheiden sich von den Diatomeen durch den Mangel des Kieselpanzers. Die Desmidieenzelle besitzt nämlich blos eine höchst zarte, gallertartig weiche, aus einer durchsichtigen, wasserhellen Substanz gebildete Wand und ist daher äußerst vergänglich. Während die Kieselpanzer der Diatomeen sich Millionen von Jahren unverändert erhalten können, überdauert die zarte Hülle der Desmidieen wol niemals einen Sommer. Dennoch hat Ehrenberg versteinerte, also aus der Vorwelt stammende Desmidieenzellen in manchen Gesteinen, z. B. im Feuerstein, gefunden. Der Inhalt der lebenden Desmidieenzelle besteht aus einem durchsichtigen Schleime, in welchen ein großer, sehr verschiedenartig, oft höchst zierlich geformter Chlorophyllkörper eingebettet liegt. Die Desmidieen besitzen daher immer eine sehr schöne grüne Farbe. Wegen der eigenthümlichen und regelmäßigen Zertheilung des Chlorophyllkörpers und wegen der Farblosigkeit der Hülle, welche natürlich überall, wohin der Chlorophyllkörper nicht reicht, sichtbar wird, gewähren viele dieser seltsamen Pflänzchen einen höchst eleganten Anblick (z. B. Abbildung 24 und 29 in Fig. 13). Außer dem Pflanzengrün lassen die Desmidieen regelmäßig zwei Stärkekörner erkennen, dagegen fehlen ihnen Oeltropfen; auch ist ihre Zelle ein ringsum geschlossener Schlauch. Der Bau des Desmidieenkörpers ist daher noch einfacher als derjenige des Diatomeenleibes, und dennoch, welch außerordentlicher Formenreichthum tritt uns in dieser Familie mikroskopischer Gewächse entgegen! Denn in Bezug auf Mannichfaltigkeit, Seltsamkeit und Schönheit der Form stehen die Desmidieen unter den mikroskopischen Wassergewächsen unübertroffen da.

Die Desmidieenzelle ist bald stark zusammengedrückt, laub- oder scheibenförmig (Abb. 1, 2, 12, 24 u. a.), bald cylindrisch (33, 35), bald auf dem Durchschnitt vierkantig (16), bald kugelig (6). Sie besteht gewöhnlich aus zwei gleichgestalteten Hälften, welche meist durch zwei tiefe Einschnitte (Abb. 1, 2, 8, 9, 10, 11, 12, 25), seltener blos durch einen hellen Streifen (Abb. 20, 35) getrennt sind. An dieser Stelle lösen sich die beiden Hälften später von einander ab, denn auch die Desmidieen vermehren sich vorzugsweise durch Theilung. Die beiden Hälften der Zelle erscheinen in der verschiedenartigsten Weise ausgebildet. Bald sind sie kegelförmig (Abb. 35), bald hörnerartig gebogen (20), bald spindelförmig (25), bald kahnförmig (19), bald als schildförmige Lappen (11, 12), deren Rand entweder ganz (11, 12), oder mit kurzen Strahlen (9, 10), besetzt ist, bald als fächerförmige zerschnittene Scheiben (1, 2), bald als dreieckige oder dreistrahlige Platten (22, 23), bald als fünf- oder sechseckige und achtstrahlige Sterne (8, 14) ausgebildet: kurz, sie treten unter Formen auf, welche der gesammten Zelle ein ebenso eigenthümliches als zierliches Ansehen verleihen und die Desmidieen eher als niedliche Zierrathen, als Erfindungen eines Bijouteriefabrikanten, wie als pflanzliche Gebilde erscheinen lassen. Die Eleganz dieser zierlichen Gestalten wird noch erhöht, wenn die Zellenwand äußerlich mit glashellen perlenartigen Erhabenheiten besetzt ist, wie z. B. bei Abb. 1, 8, 10, 11 und 35, oder mit feinen Stacheln, wie bei 18. Bisweilen ist die Desmidieenzelle gleich dem Diatomeenpanzer in eine durchsichtige Schleim- oder Gallerthülle eingebettet (Abb. 8, 31): am häufigsten pflegt dies bei denjenigen Desmidieen der Fall zu sein, welche zu bandwurmartigen Kolonien vereinigt vorkommen (Abb. 4, 7). Die Desmidieen zerfallen nämlich in zwei Gruppen, in

solche, deren Individuen einzeln leben, und in solche, deren Individuen zu bandartigen Kolonien verbunden sind. Letztere erscheinen in seltenen Fällen verzweigt und zu netzartigen Formen verbunden (Abb. 5). Die einzeln lebenden werden Closterieen nach der schönen Gattung Closterium benannt, die ihren der griechischen Sprache entlehnten Namen, welcher Spindel bedeutet, von der spindelförmigen Gestalt ihres Gesammtkörpers (Abb. 20, 35) oder der beiden Hälften ihrer Zelle (25) erhalten hat.

Die in Kolonien lebenden Gattungen bilden die eigentlichen Desmidieen. Diese pflegen ganz ruhig im Wasser zu schwimmen, während die Closterieen mit einer eigenthümlichen Bewegung begabt sind, die jedoch ungleich langsamer und willenloser ist, als jene der einzeln lebenden Diatomeen. Die Closterieen schweben, sich bald rechts bald links drehend, bald rückwärts bald vorwärts bewegend, wie träumerisch durch das Wasser hin.

Die Desmidieen vermehren sich gleich den Diatomeen durch Theilung. Wenn sich ein Desmidieen-Individuum theilen will, so dehnt sich die Einschnürungsstelle, d. h. der helle Streifen oder der schmale Zwischenraum, welcher die beiden Hälften der Zelle verbindet, zunächst etwas aus, wobei die äußere, dickere Schicht der Zellhaut kreisförmig zerrissen wird. Infolge davon werden die beiden Hälften etwas auseinander geschoben. Die beiden Hälften der Zelle erscheinen nun durch einen kurzen, durchsichtig hellen Kanal verbunden, dessen Haut eine Fortsetzung der Innenhautschicht der beiden Zellenhälften ist. In diesem Verbindungskanal bildet sich nun bald eine Querwand, welche sich rasch in zwei Lamellen spaltet, die sich sofort gegen einander abwölben. Jede der beiden durch die Spaltung der Scheidewand entstandenen isolirten Zellen besitzt nun einen kleinen gewölbten Auswuchs (s. Fig. 13, Abb. 7, wo das zweite Exemplar vom linken Ende der Reihe an gerechnet sich getheilt hat), der sich allmählich vergrößert und die Form einer Zellenhälfte annimmt, in welche der Chlorophyllkörper der alten Zellenhälfte hineinwächst. Bald, nachdem die beiden aus dem ursprünglichen Individuum entstandenen neuen Individuen ihre vollständige Form erhalten haben, schicken sie sich ihrerseits zur Theilung an, und so können, gerade wie bei den Diatomeen, aus einem einzigen Individuum in wenigen Tagen Tausende neuer Individuen entstehen. Während des Frühlings steigert sich dies sogar auf viele Millionen. Der Frühling (April und Mai) ist nämlich die eigentliche Vermehrungsepoche der Desmidieen. Die grünliche Färbung, welche das Wasser vieler Teiche und Gräben um diese Zeit anzunehmen pflegt, dürfte in den meisten Fällen auf der Entwicklung von Millionen von Desmidieen-Individuen beruhen, welche durch fortgesetzte Theilung aus den Tausenden von Individuen entstehen, die durch die im Schlamme jener Gewässer ruhenden Desmidieensporen erzeugt werden. Da nämlich die zarten Desmidieenleiber während des Winters sammt und sonders zu Grunde gehen, so wäre ein Fortbestehen dieser zierlichen Pflänzchen trotz ihrer fabelhaften Vermehrung unmöglich, hätte nicht die Natur für eine zweite Art der Vermehrung, oder richtiger für besondere Fortpflanzungsorgane gesorgt, welche alljährlich oder allwinterlich die Fortdauer einer jeden Desmidieenart vermitteln. Es sind dies die sogenannten Sporen (so nennt man die den Samen der vollkommneren Pflanzen entsprechenden mikroskopisch kleinen Fortpflanzungsorgane aller sogenannten blütenlosen Gewächse), welche wegen der derben Beschaffenheit ihrer Hülle dem zerstörenden Einflusse der Kälte

leicht widerstehen und während des Winters, wie schon bemerkt, auf dem Grunde der von Desmidieen bewohnten Gewässer im Schlamme verborgen liegen.

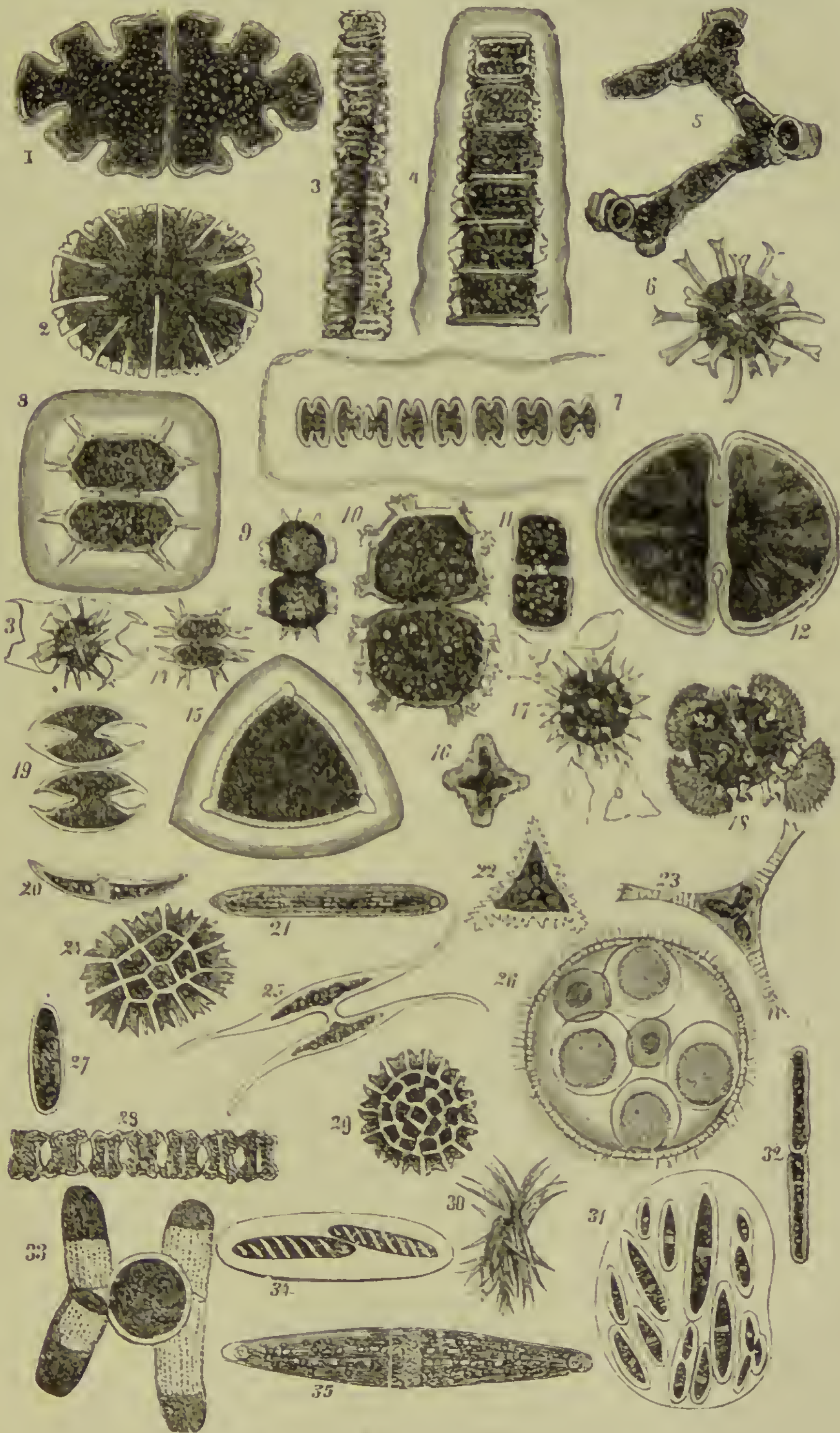


Fig. 13. Desmidieen. Abb. 1—35.

Dieselben entstehen auf wunderbare Weise, nämlich auch infolge einer sogenannten Kopulation, deren Produkt hier aber ein anderes ist, als bei den Diatomeen.

An der einander zugekehrten Seite zweier Exemplare, welche sich in gekreuzter Stellung an einander gelegt haben, platzt deren Haut, jedoch nicht vollständig, sondern blos die äußere, derbere Schicht derselben, während die innere, zarte Schicht aus beiden Individuen durch die entstandene Oeffnung in Form einer konvexen Blase hervortritt. Die beiden Blasen schmiegen sich an einander an, worauf an der Berührungsstelle die zarte Haut aufgelöst wird, so daß beide Blasen alsdann zusammen einen gemeinschaftlichen, von einer zarten Hülle umgebenen Raum bilden, welcher bald eine kugelige Form annimmt. Hier nun fließt der gesammte Inhalt der beiden Individuen zusammen, ballt sich zu einer Kugel, umgiebt sich mit einer Haut, die sich in drei Schichten sondert — und die Spore ist fertig. Fig. 14 zeigt diesen merkwürdigen Vorgang bei Tetmemorus laevis, einer englischen Desmidiee: a sind zwei Individuen von oben und von der Seite gesehen, bei b und c erscheinen je zwei kreuzweise kopulirt. Bei b ist der Inhalt der beiden Individuen zwar schon völlig zusammengeflossen, die Bildung der Spore jedoch noch nicht erfolgt, während bei c die Spore bereits vollkommen ausgebildet erscheint. Während dieses Vorganges verwandeln sich die in die Spore mit übergegangenen Stärkekörner der beiden kopulirten Zellen in Fett. Nachdem die Spore ihre vollständige Ausbildung erlangt hat, trennen sich die beiden entleerten Individuen wieder und gehen bald darauf durch Verwesung zu Grunde. So entsteht aus zwei Individuen ein einziges Wesen; die Kopulation oder Sporenbildung der Desmidieen ist folglich stets ein Verminderungs- und nicht ein Vermehrungsprozeß zu nennen, und dennoch dient derselbe der eigentlichen Fortpflanzung dieser seltsamen Gebilde, dennoch beruht auf ihm allein die Möglichkeit von deren fabelhafter Vermehrung! Denn in jedem Frühjahr erwachen die im Schlamme der stehenden Gewässer begrabenen Sporen der im Sommer oder Herbst des vorhergegangenen Jahres durch die Kopulation zu Grunde gegangenen Desmidieen-Individuen zu neuem Leben; sie keimen, d. h. ihre äußere feste Hülle zerspringt; die innere, zartere, die eigentliche Zellhaut, dringt als eine zartwandige, wasserhelle Kugel hervor, welche die Spore selbst an Größe bedeutend übertrifft und zwei von fetthaltigem Schleim umgebene Chlorophyllkörper enthält. Der ganze Inhalt der Kugel theilt sich in zwei gleich große Halbkugeln, deren jede sich mit einer hellen Haut umgiebt und einen der beiden Chlorophyllkörper einschließt. Jede dieser Halbkugeln nimmt hierauf die Form eines Exemplars der betreffenden Desmidieenart an, und so sind in der aus der Spore hervorgetretenen Blase zwei neue Exemplare entstanden, welche durch Auflösung der Haut ihrer Mutterzelle frei werden. Aus einer Spore gehen folglich zwei neue Pflanzenexemplare hervor, die Stammmütter von Myriaden von Enkeln, welche durch wiederholte Theilung während der warmen Jahreszeit daraus entstehen. So ruhen also in dem schmutzigen Schlamme unserer Teiche während des Winters Millionen von mikroskopischen Keimen eines zukünftigen Lebens, welches um Ostern ebenfalls seine Auferstehung feiert und in tausendfacher, aber stets mikroskopischer Gestalt verkörpert in die Erscheinung tritt! — Die Sporen der Desmidieen sind fast noch seltsamer gestaltet, als die Zellen der Individuen, deren Untergange sie ihr Dasein verdanken. Nur selten nämlich besitzen sie eine glatte Oberfläche, gewöhnlich ist dieselbe mit glashellen Warzen, Zacken, Stacheln und Strahlen besetzt, welche unmittelbare Verlängerungen der äußern derben glasartigen Haut sind (s. 13, 17 und 18, wo eben

entstandene Sporen, umgeben von den Trümmern der kopulirt gewesenen Individuen, abgebildet sind). Die Sporen selbst haben meist eine braune oder olivengrüne Farbe und im Verhältniß zu den Individuen eine bedeutende Größe.

Ich erkläre nunmehr Fig. 13. Abb. 1 ist ein Exemplar des länglichen Schönsterns (Euastrum oblongum), 2 ein Individuum des radförmigen Zwergsternchens (Micrasterias rotata), 3 ist eine Kolonie des auf dem Durchschnitt (16) vierkantigen Desmidium quadrangulatum, 4 eine Kolonie einer schottischen Art, der Doppelsägedesmidie (Dydimoprium Grevillei), 5 ein Stückchen von einer netzförmigen Kolonie einer andern Art derselben Gattung (Didymoprium Borreri), 7 eine Kolonie der wirtelförmigen Kugelgürtelalge (Sphaerozosma vertebratum), deren einzelne Glieder als eingeschnürte Kugeln ausgebildet sind. Abb. 6, 8, 9, 10, 13, 14, 17 und 19 stellen Individuen verschiedener Arten der Gattung Xanthidium dar, darunter 13 und 17 nach vollzogener Kopulation und vollbrachter Sporenbildung.

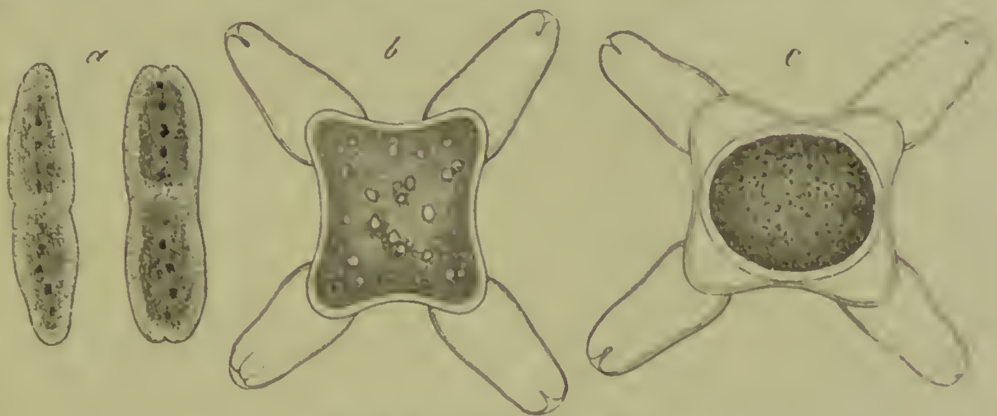


Fig. 11 Kopulation der Desmidieen

Abb. 11 und 12 sind zwei verschiedene Entwicklungsstufen einer Schmuckdesmidie (Cosmarium Ralfsii). Abb. 15 stellt die eine Hälfte einer Art der seltsamen Kreuzsterndesmidie (Staurastrum), nämlich von Staur. tumidum dar, welche ihren Beinamen, die „schwellende“, deshalb erhalten hat, weil die innere Haut ihrer Zellenwand in Form einer schwellenden Blase zwischen den beiden grüngefärbten und dreieckig gestalteten Hälften hervortritt. Abb. 18. veranschaulicht die durch Kopulation zweier Individuen derselben Desmidieenart entstandene Spore, welche mit merkwürdigen ästigen Strahlen besetzt ist. Abb. 20, 25, 31 und 35 sind verschiedene Arten der Spindeldesmidie (Closterium), 22, 23 und 32 verschiedene Ansichten des stachligen Kreuzsterns (Staurastrum aculeatum); 21 ist eine Art der Spulendesmidie (Penium), einer mit Closterium nahe verwandten Gattung, 27 eine zweite Art derselben Gattung, des Penium Jenneri, von deren Individuen man in 30 ein büschelförmiges Aggregat in schwächerer Vergrößerung dargestellt sieht; 28 stellt eine Kolonie von Heptagonum desmidium, 33 zwei in der Kopulation begriffene Individuen einer Bälkchendesmidie (Docidium), 34 endlich zwei in einer Gallerthülle eingebettete Exemplare einer Spirotaenia dar. Fig. 24, 26 und 29 sind keine Desmidieen, sondern andere mikroskopische Algen, von denen später (s. Algen) die Rede sein wird.

Die Infusorien, Rhizopoden und Räderthiere.

Wenn schon die räthselhaften Diatomeen und die zarten Desmidieen das Interesse des Lesers wegen des Formenreichthums ihrer winzig kleinen Leiber und wegen ihrer wunderbaren Vermehrungsweise in Anspruch genommen haben: wie wird er erst erstaunen, wenn ich ihm im Folgenden die wichtigsten Formen jener mikroskopischen Thierwelt der Gewässer, welche man mit dem Namen der Infusorien zu belegen pflegt, in einer Reihe stark vergrößerter Bilder vor die Augen führe! Leider vermag kein noch so getreues und mit noch so großer Sorgfalt gezeichnetes Bild einen in jeder Beziehung richtigen Begriff von der Schönheit jener zierlichen Geschöpfchen zu geben, welche dem Laien blos vom Hörensagen bekannt sind und von ihm gewöhnlich als etwas Ekelhaftes gefürchtet oder vielleicht auch als etwas höchst Unbedeutendes verachtet werden. Der Infusorienleib besteht nämlich aus so zartem Stoffe, daß weder der Griffel noch der Pinsel das feine Gewebe und die zarten Farbennüancen desselben genau wiederzugeben im Stande ist. Dazu kommt, daß jeder Abbildung von Infusorien der Hauptreiz, den letztere unter dem Mikroskope darbieten, die Lebendigkeit abgeht, indem das Bild jene Thierchen nur im todten oder, was für sie dasselbe ist, im ruhenden Zustande darstellen kann.

Eine ganz andere Anschauung würde der Leser von diesen mannichfaltigen kleinen Geschöpfen bekommen, wenn ich ihm im Folgenden anstatt noch so sorgfältig ausgeführter mikroskopischer Abbildungen eben so viele Tropfen verschiedenen infusorienhaltigen Wassers unter einem guten Mikroskope vor die Augen führen könnte. Da dies aber nicht möglich ist, so möchte ich wenigstens rathen, wenn sich die Gelegenheit zur Benutzung eines guten Mikroskops darbietet, Tropfen aus mit Pflanzen erfüllten Wassergräben, Teichen und Sümpfen oder von Wasser, welches lange gestanden hat und der Luft ausgesetzt gewesen ist, einer mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen. Die beste Zeit dazu sind die Monate Juli und August. Um diese Zeit würden z. B. die Regentonnen der Gärten oder die für mögliche Feuersbrünste mit Wasser gefüllten Sturmfässer der Städte ein reiches Feld für das Studium der Infusorien darbieten.

Eine fünf- bis sechshundertfache Vergrößerung würde in jedem Tropfen solchen Wassers eine überraschend große Anzahl verschiedener Thiere in voller Lebensthätigkeit erblicken lassen und ein Schauspiel gewähren, das Jeden mit der höchsten Bewunderung erfüllen müßte. Da würde man zunächst Hunderte von kleinen punktförmigen Thierchen bemerken, welche sich in wirbelnder Bewegung munter und gleichsam spielend im Wasser umhertummeln und den größeren Infusorien zur Nahrung dienen.

Mit Ausnahme eines feinen, wasserhellen, fortwährend und sehr schnell hin und her schwingenden Schwänzchens kann man an jenen kleinsten Thierchen, deren wirklicher Durchmesser bisweilen, z. B. bei der Punktmonade (Monas termo), blos $^1/_{2000}$ einer Linie beträgt, keine Gliederung erkennen. Von diesen kleinsten Infusorien würden also 24,000 Stück neben einander gelegt werden müssen, um eine zolllange Reihe zu erhalten, und 275 Millionen, um den Raum eines Quadratzolles zu bedecken! Ja, um eine kompakte Masse von einem Kubikzoll aus ihnen zu bilden, wären nicht weniger als 32,718,400,000,000,000, mit Worten: zwei und dreißig tausend und siebenhundert und achtzehn Billionen

und viermalhundertausend Millionen Stück nothwendig! Ein einziger Wassertropfen kann von jenen kleinsten Infusorien, deren Leib bei einer fünfhundertfachen Vergrößerung 1/4 Linie im Durchmesser hält, 100 Millionen bequem beherbergen. Wer Muth dazu hat, kann danach die Gesammtmenge von Monaden, welche ein einziges Faß verdorbenen, von der Sonne wochenlang durchwärmten Wassers enthält, berechnen.

Man würdigt diese Liliputs kaum eines Blickes, denn andere, größere, ja im Vergleich mit dem kleinen Gewürme riesenmäßige Thiere fesseln die Aufmerksamkeit im höchsten Grade. Mit einem Apparat radartig flimmernder und in schnellster Bewegung begriffener Haare versehen, schiffen sie stolz durch das Gesichtsfeld, das Getreibe der Kleinen, unter denen sie sich wie mächtige Dampfer auf einer mit Fischerkähnen bedeckten See ausnehmen, nicht beachtend, und machen nur dann und wann Halt, um Dutzende jener Monaden mit ihrem weit geöffneten Rachen zu verschlingen. Andere sind wie Kähne gestaltet und am Rande mit einer Menge zarter Wimpern besetzt, die ihnen als Ruder dienen. Aber was ist das? ruft man verwundert aus. Man sieht auf einmal eine gallertartige Masse in das Gesichtsfeld hereinpurzeln, welche drollige Bewegungen ausführt und dabei fortwährend ihre Gestalt verändert. Bald ist sie viereckig, bald birnförmig, bald wie ein Hutpilz, bald wie ein Hammer gestaltet. Während man noch diesem räthselhaften Gebilde nachblickt, rollt auf einmal eine große, krystallhelle Kugel herbei, welche sich mittels unzählbarer feiner Wimpern um ihre eigene Achse dreht und innerlich eine ganze Menge, oft Hunderte kleiner grüner, zu traubenförmigen Massen vereinigter Kügelchen beherbergt. Kurz, je länger man in das Instrument sieht, desto mehr Schauspieler treten auf der kleinen Bühne des mikroskopischen Gesichtsfeldes auf. Und doch hat man blos die Infusorienwelt eines einzigen Wassertropfens aus einer Regentonne oder einem Sturmfasse vor Augen! Bedenkt man nun, daß alle stehenden oder langsam fließenden, der Sonne ausgesetzten Gewässer, die kleinsten Pfützen wie die größten Seen, von Infusorien wimmeln oder solche wenigstens enthalten können, daß selbst rasch strömende Flüsse und Bäche einzelne Arten jener Thiere beherbergen, ja daß die Meere stellenweise von Infusorien erfüllt sind, und daß das mikroskopische Thierleben auch in einer Höhe von 4000 m. über dem Meere, in den Tümpeln und Lachen des von der Augustsonne geschmolzenen Schnees, und eben so in der Tiefe des Meeres im Schlamme gedeiht, endlich, daß diese mikroskopische Thierwelt aus tausend verschiedenen Arten besteht und eine jede Art in unzählbaren Individuen vorhanden ist, und täglich, ja stündlich im ganzen Umfange des Erdkreises Billionen solcher Wesen geschaffen werden, so wird man einen Begriff von der Bedeutung der Infusorienwelt bekommen, ja man wird voll Bewunderung ob der Allmacht des Schöpfers anbetend auf die Kniee sinken!

Eine solche Wunderwelt verdient es wol, daß wir etwas länger bei ihr verweilen. Zunächst eine Bemerkung über den Namen Infusorien oder Infusionsthierchen. Derselbe bedeutet Aufgußthierchen. Man nannte sie so, weil man früher glaubte, daß sie blos durch sogenannte Urzeugung, d. h. unmittelbar aus Wasser entständen, welches über pflanzliche oder thierische Stoffe ausgegossen und einige Zeit dem Einflusse der Luft, des Lichts und der Wärme ausgesetzt gelassen werde. Allerdings wird man in jedem solchen Wasser zahlreiche Formen jener Thierchen vorfinden; jede Blumenvase, deren Wasser mehrere

Tage lang nicht gewechselt worden ist, birgt deren Tausende, allein solche mit zersetzten Pflanzen- und Thierstoffen vermengte Wässer sind, wie wir gesehen haben, nicht die einzigen Wohnstätten jener sonderbaren Geschöpfe, denn diese kommen in fast allen Gewässern der Erde vor, selbst im Regenwasser. In letzterem wurden sie sogar zuerst durch den holländischen Naturforscher Leeuwenhoeck entdeckt (1575), der sie Animalcula, d. h. Thierchen, nannte und sie für die lebendigen Atome, d. h. Urbestandtheile der Welt hielt. Der später aufgekommene Name Infusionsthierchen paßt also auf diese Geschöpfe keineswegs; da es aber schwer fiel, einen auf alle Glieder jener mikroskopischen Thierwelt passenden Namen zu finden, so behielt man die Benennung Infusionsthierchen oder, wie man jetzt gewöhnlich zu sagen pflegt, Infusorien bei. Der in Berlin verstorbene Naturforscher Ehrenberg, welcher sein ganzes Leben dem alleinigen Studium der mikroskopischen

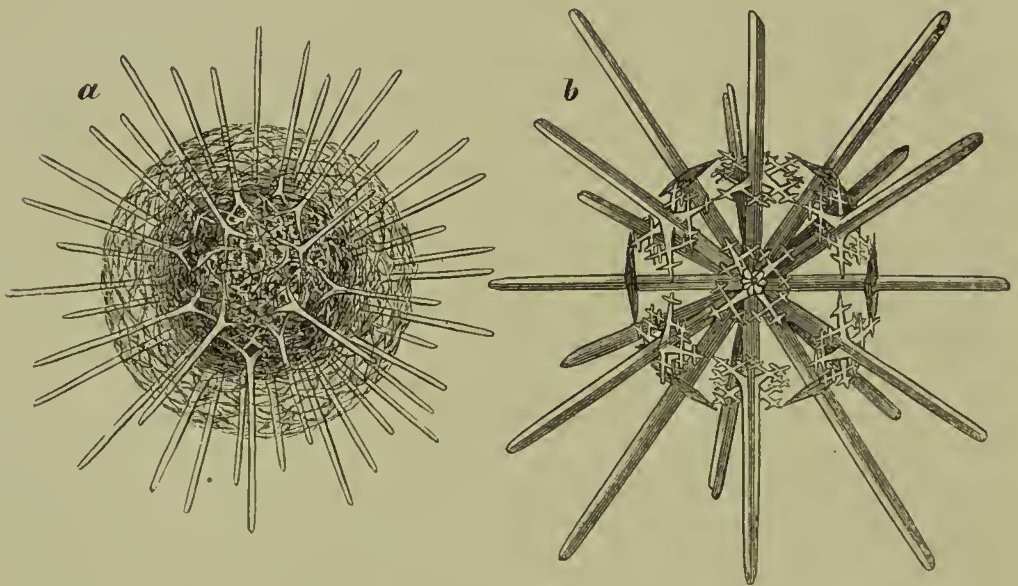


Fig. 15. a u. b. Radiolarien.

Geschöpfe, insbesondere der Infusorien widmete, hat den Namen Magenthierchen (Polygastrica) für diese Gruppe der Thierwelt vorgeschlagen, weil er bei allen echten Infusorien eine große Anzahl von Magensäcken beobachtet haben wollte, die mit einander in Verbindung ständen. Allein noch genauere Untersuchungen (z. B. von Friedr. Stein, dem bedeutendsten Infusorienforscher der Gegenwart) haben bewiesen, daß jene vermeintlichen Magensäcke nichts weiter sind, als blasenartige Räume der gallertigen Körpermasse, welche vielleicht erst infolge der verschluckten festen Nahrungsbissen um diese herum sich bilden. Wenigstens steht so viel fest, daß jene blasenartigen Räume oft zusammenfließen und anderwärts zum Vorschein kommen, kurz, höchst veränderlich sind. Der Ehrenberg'sche Name paßt folglich eben so wenig, wie der alte auf diese niedrigsten Formen des thierischen Lebens.

Man pflegte früher fast alle mikroskopischen Thiere, welche in Flüssigkeiten leben, zu den Infusorien zu rechnen. Die sorgfältigen Forschungen der Neuzeit haben jedoch dargethan, daß die mikroskopischen Wasserthiere verschiedene Gruppen bilden müssen, von denen manche, z. B. die Räderthiere, mit den eigentlichen

Infusorien nichts weiter gemein haben, als die Kleinheit. Man bezeichnet gegenwärtig als Infusorien vorzugsweise diejenigen Thierchen, welche mit einem Flimmerbesatze versehen sind und mittels desselben theils frei umherschwimmen, theils auch, wenn sie etwa festsitzen, ihre Nahrung herbeischaffen. Andere infusorienartige Thierchen, die keinen Mund und keine bleibenden Bewegungsorgane haben, sondern sich blos durch Zusammenziehung ihres gallertartigen Körpers oder durch wurzelartig verzweigte Gallertfäden bewegen, in die sich ihre Körpermasse unmittelbar und beliebig auszuziehen vermag, und die man Pseudopodien, d. h. Scheinfüße genannt hat, werden nach dem Vorgange des französischen Forschers Dujardin zu einer eigenen Thierklasse, unter dem Namen Rhizopoden, d. h. „Wurzelfüßler," vereinigt. Sowol die Infusorien als die Rhizopoden lassen keine Spur eines Nervensystems und überhaupt keine komplizirte Organisation erkennen, wodurch sie sich sehr wesentlich von den sogenannten Räderthieren unterscheiden, welche man jetzt zu den Würmern zu rechnen pflegt. Die Mehrzahl der Wurzelfüßler lebt im Meere, und von diesen stecken die einen in einem zarten, gewöhnlich kalkigen Gehäuse, während die anderen von einem aus Kieselerde bestehenden gitterartigen Skelet oder blos von Kieselnadeln durchdrungen sind.



Fig. 15. c Radiolarie.

Die ersteren hat man Foraminiferen, d. h. „Löcherträger", genannt, weil die Wandungen ihres Gehäuses von zahlreichen Löcherchen, welche zum Durchstecken der wurzelartigen Pseudopodien bestimmt sind, durchbrochen zu sein pflegen, die andern Radiolarien, d. h. „strahlige" Rhizopoden, weil dieselben einen vom Mittelpunkt ausgehenden strahligen Bau erkennen lassen. Besonders deutlich erweist sich dieser strahlige Bau bei Betrachtung des Skelets, dessen einzelne Theile nicht selten so regelmäßig zusammengefügt sind, daß man sich des Vergleiches mit gewissen Krystallformen kaum enthalten kann. Der Leser wird mir beistimmen, wenn ich ihn auf Abb. a und b in Fig. 15 verweise, von denen die erstere das Kieselskelet eines Haliomma, die andere das einer Actinometra darstellt. Auch die Abb. c zeigt das Skelet einer Radiolarie, Pterocanium charybdeum, einer Form, die sich mit ihren Verwandten dadurch von den übrigen unterscheidet, daß das Skelet nicht allseitig geschlossen, sondern unten offen ist und somit an einen Topf oder eine Mütze erinnert. Was die Weichtheile der Rhizopoden betrifft, so sind diese, von der Fähigkeit der Pseudopodienbildung abgesehen, vornehmlich durch die Abwesenheit von Mund and After ausgezeichnet. Freilich hindert dieser Mangel unsere Thiere keineswegs, wie wir alsbald sehen werden, an der Aufnahme einer festen Nahrung. Die Radiolarien besitzen im Mittelpunkte ihres Leibes eine dichtere sog. Centralkapsel, deren Inhalt sich zu bestimmten Zeiten in äußerst kleine Schwärmlinge umwandelt. Da Kalk und Kieselerde unverwesbare Stoffe sind, so vermögen sich die Gehäuschen von Foraminiferen und die Kieselskeletchen von Radiolarien nach dem Tode der Thiere Jahrtausende, ja Millionen von Jahren zu erhalten, und, indem sie sich

über einander auf dem Grunde des Meeres aufhäufen, nach und nach Ablagerungen oder Schichten zu bilden, worauf ich bei der Schilderung der mikroskopischen Wunderwelt des Erdbodens zurückkommen werde.

Unter solchen Umständen kann ich mich hier darauf beschränken, zur näheren Charakteristik dieser merkwürdigen Thiergruppe ein paar Arten unserer Süßwasserfauna meinen Lesern vorzuführen. Unter diesen sind die auffallendsten Formen der Aenderling, das Kapselthierchen und das Sonnenthierchen. Das zuerst genannte Thierchen gehört zu den sogenannten Wechselthierchen, welche ihren Namen daher erhalten haben, daß sie ihre Gestalt fortwährend verändern, indem sie sich zusammenziehen und dabei ganz verschiedene Formen annehmen. Durch diese Gestaltveränderungen wird es ihnen möglich, ihre plumpen, gallertartigen Körper fortzuschieben; ihre Bewegung ist immer nur eine sehr langsame. Das am häufigsten vorkommende Geschöpf dieser Art, der Aenderling oder das Proteusthierchen (Amoeba diffluens), welches Fig. 16, I—IV in vier verschiedenen Gestalten darstellt, sieht wie ein durchsichtiger Gallertklumpen aus und bewegt sich dadurch, daß es sich, während es auf der einen Seite scheinbar zerfließt, auf der andern zusammenzieht. Es ist weiter nichts als ein Gallerttropfen ohne irgend eine Oeffnung, nimmt aber dennoch feste Nahrung, kleine Infusorien und Diatomeen, von außen her auf, indem es seine Gallerthülle um seine Beute zusammenfaltet und sodann letztere durch die erstere hindurchdrückt. Das Proteusthierchen hält im länglichen Zustande $^{1}/_{24}$ Linie im Durchmesser, und findet sich sowol in stehenden süßen Gewässern, wie im Meere. Etwas vollkommener organisirt ist das Fig. 16 unten von verschiedenen Seiten abgebildete gemeine Kapselthierchen (Arcella vulgaris), indem dasselbe von einer topfartig gestalteten Schale wie von einem Panzer bedeckt ist, aus dessen Oeffnung es seine fingerförmigen Pseudopodien nach Belieben hervorstreckt. Dieses Thierchen hat einen Durchmesser von $^{1}/_{16}$ Linie, verdankt seinem Panzer eine braungelbe Farbe und lebt in stehenden Gewässern.

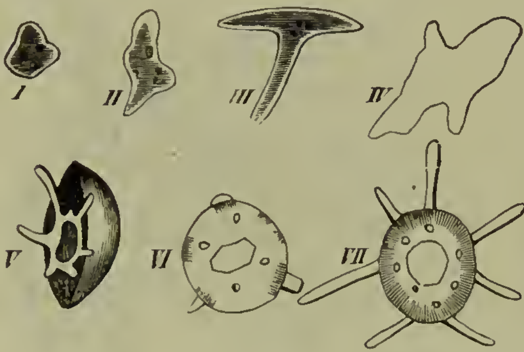
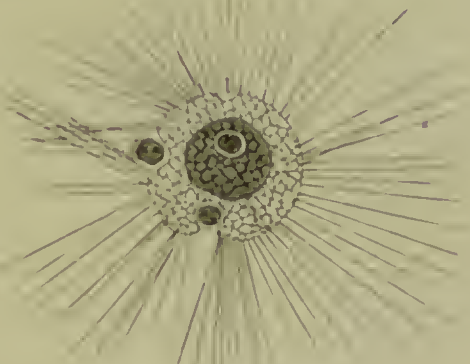


Fig. 16. Aenderling und Kapselthierchen.

Dieselbe sonderbare Art, feste Nahrungsstoffe in sich aufzunehmen, welche ich so eben beschrieben habe, läßt sich auch bei dem Sonnenthierchen (Actinophrys sol) beobachten. Man sieht dieses wunderbare Geschöpf in Fig. 17 abgebildet und wird eingestehen, daß sein Name treffend ist, indem es wirklich einer strahlenden Sonne gleicht. Die Strahlen rühren nämlich von feinen Fäden her, welche dem Thiere gleichzeitig als Ruder und Fangwerkzeuge dienen und gleich den Fühlhörnern einer Schnecke beliebig nach allen Richtungen hin bewegt, eingezogen und ausgestreckt werden können. Der eigentliche Körper des Thieres ist eine weiche, gallertartige, rings geschlossene Masse, die besonders in der Rindenschicht von zahlreichen Vacuolen durchsetzt ist und daher ein fast zelliges Aussehen hat. Die Abbildung stellt dieses merkwürdige Geschöpf, welches $^{1}/_{38}$ bis $^{1}/_{4}$ Linie im Durchmesser mißt und in Wassergräben lebt, dar, im Begriff, einen

Bissen in sich aufzunehmen und einen andern auszuleeren; ein dritter befindet sich im Innern des Thierkörpers. Sobald nämlich ein kleineres Infusionsthierchen in die Nähe des Sonnenthierchens kommt, wird es von diesem mittels der Fangfäden ergriffen und durch das Einziehen der letzteren an die Oberfläche des eigentlichen Körpers gebracht. Hier kreuzen sich die benachbarten Fangfäden über der Beute und pressen diese in die weiche Gallerthülle hinein, und so rutscht der Bissen allmählich durch die Außenfläche hindurch in das Innere. Was der Verdauungsprozeß von dem Bissen übrig gelassen hat, wird als kleiner Kothballen an einer andern Stelle auf umgekehrtem Wege aus dem Thiere wieder entfernt.

Die eigentlichen Infusorien sind bald über und über mit feinen, kurzen Wimperhärchen bedeckt, welche während des Lebens unaufhörlich hin und her schwingen; bald haben sie nur um die Mundöffnung einen Kranz längerer Wimpern, welche sowol als Bewegungs- (Ruder-) Organe wie als Fangwerkzeuge dienen, bald außer diesem einen Wimperkranz an einer andern Stelle ihres Körpers, noch einen zweiten ausschließlich lokomotiven, bald vielleicht einen oder ein paar peitschenartig schwingende Anhänge (Geißelfäden). Die einen leben einzeln und schwimmen frei umher, andere sitzen fest an Wasserpflanzen und sind dann oft mit einander zu eigenthümlich gestalteten Kolonien vereinigt. Bisweilen finden sich anstatt einer Mundöffnung mehrere kleine Saugrüssel, ja einigen, die parasitisch leben, geht eine Oeffnung zur Aufnahme der Nahrung ganz ab. Dagegen haben die vollkommensten außer der Mundöffnung auch eine Afteröffnung zur Entleerung der unverdaut gebliebenen Reste der Nahrung. Die meisten Infusorien sind nackt, viele indessen von einem zarten, hornigen oder häutigen Panzer umgeben; ja einige wenige besitzen eine feste Schale. Auf diesen Verschiedenheiten beruht die Ehrenberg'sche Eintheilung der Infusorien, welche wir hier nicht näher berücksichtigen. Die unvollkommensten und kleinsten Infusorien sind die Monaden. Die niedrigsten, wie die Punktmonade, Monas termo (Fig. 18, a), von deren unglaublicher Kleinheit bereits oben die Rede gewesen ist, die Tropfenmonade, Monas guttula (Fig. 18, b), und das Schimmerthierchen, Prorocentrum micans (Fig. 18, d), bestehen blos aus einer kugeligen oder länglichen Blase mit oder ohne einen wasserhellen Schweif, doch dürfte denselben nach Analogie der größeren Formen, der Flaschenmonade, Lagenella euchlora (Fig. 18, c), auch die Mundöffnung nicht abgehen. Die Größe der Monaden wechselt von $^1/_{2000}$ bis $^1/_5$ Linie; sie finden sich vorzüglich in Pflanzenaufgüssen, in Regenfässern und in stehenden Gewässern, welche mit zersetzter Pflanzensubstanz vermengt und in Fäulniß begriffen sind. Doch leben einige Monaden, wie das Schimmerthierchen und die Leuchtmonade, Noctiluca micans (Fig. 19), auch im Meer. Letztere namentlich muß in ungeheurer Menge im Meerwasser vorhanden sein, denn sie bewirkt vorzugsweise jenes prächtige Phänomen, welches


Fig. 17. Das Sonnenthierchen.

die ruhige See bei Abend und während der Nacht so häufig wahrnehmen läßt, das berühmte Leuchten des Meeres. Dieses gallertartige, durchsichtige, hier in kaum hundertmaliger Linearvergrößerung und auf verschiedenen Entwicklungsstufen dargestellte Thierchen verbreitet nämlich, so lange es lebt und wenn es berührt wird oder sich heftig bewegt, bei Nacht einen Phosphorglanz. Dieselbe Eigenschaft besitzen noch mehrere andere Infusorien, sowie zahlreiche, nicht zu den Infusorien gehörende größere Seethiere; allein die Leuchtmonade ist jedenfalls bei jenem prächtigen Phänomen am meisten betheiligt. Der englische Kapitän Scoresby schöpfte einst in einem Trinkbecher leuchtendes Seewasser an den Küsten von Grönland und fand bei der mikroskopischen Untersuchung eine so erstaunliche Menge von Leuchtmonaden, daß er die Gesammtzahl der in dem Becher befindlichen Individuen dieser Infusorien auf 150 Millionen berechnete! Welche Unzahl muß da bei einer meilenweit leuchtenden Meeresfläche betheiligt sein! Das Leuchten des Meeres ist ein so überaus prächtiges und erhabenes Schauspiel, daß, wer es einmal gesehen hat, gewiß gern die Seekrankheit riskirt, um sich wieder daran zu ergötzen. Ich habe es mehrmals gesehen, doch nie so schön wie bei einer nächtlichen Fahrt auf einem englichen Dampfer durch die Meerenge von Gibraltar im Dezember 1845. Es war eine wunderschöne Nacht, so warm wie bei uns im Juni. Kein Wölkchen trübte das durchsichtige Schwarzblau des Himmels, an welchem Millionen Sterne mit noch viel hellerem und glänzenderem Lichte, als an einem reinen nordischen Winterhimmel, strahlten; kein Lüftchen kräuselte die spiegelglatte Fläche des herrlichen Golfs und der Meerenge; kurz, Alles vereinigte sich, um den Leuchtmonaden zu gestatten, sich aus den Tiefen des Meeres zu erheben und sich in den oberen Schichten des Wassers in unzählbaren Scharen zu sammeln. So lange unser Schiff ruhig vor Anker lag, war wenig von dieser unsichtbaren Thierwelt zu bemerken. Nur wenn ein Tau, ein Ruder oder irgend ein anderer fester Körper ins Wasser fiel, zuckte momentan ein blitzähnliches Leuchten durch die dunkle Flut. Kaum aber griffen die Räder des Dampfers in die Wogen, so entfaltete sich ein unbeschreiblich prachtvolles Schauspiel vor unseren Blicken, dessen Reiz sich in dem Maße steigerte, als sich das Schiff vom Lande entfernte. Die breite Furche, welche der pfeilschnell fortschießende Dampfer in die glatte Fläche der nachtschwarzen See grub, glich einem Strome elektrischen, silberglänzenden Feuers, und ließ sich rückwärts bis in die weiteste Ferne verfolgen. Einen viel prachtvolleren, ja einen geradezu märchenhaften Anblick gewährten aber die nächsten Umgebungen des Schiffes. Da, wo der Kiel des Vordertheils die Salzflut zertheilte, brachen mächtige Garben phosphoreszirenden Feuers aus der dunklen Tiefe empor, erhoben sich in tausend Strahlen über die Oberfläche und fielen in zahllosen silberweißen Lichtbüscheln wieder auf dieselbe hernieder. Wo aber die mächtigen Räder das Wasser zu silberweißem Schaum zermalmten, da schienen die glitzernden

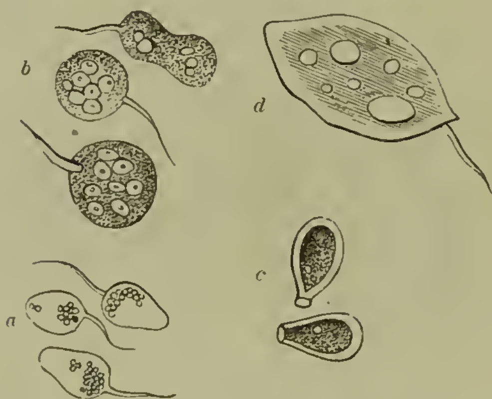


Fig. 18. Monaden.

Wogen sich in lauter Brillanten aufzulösen, denn ein jeder der Millionen Tropfen, welche von den Rädern in die Luft geschleudert wurden und dann wieder als feiner Regen auf die Oberfläche des Meeres zurückfielen, glich einem geschliffenen Diamanten, indem er mit farbigem Glanze durch die nächtliche Dämmerung leuchtete. Blauweiße und röthliche Flammen zuckten fortwährend mit veränderlichem Lichte im ganzen Umkreise des Schiffes durch die durch einander geschüttelten Wogen, deren jede mit einem strahlenden Lichtdiadem gekrönt erschien, und soweit das Wasser die Seiten des Schiffes benetzte, zeigte sich letzteres von einem breiten, silberglänzenden Reif umgeben.

Bis gegen Mitternacht, bis tief in die Meerenge hinein, währte dieses prachtvolle, unaufhörlich wechselnde Wasserfeuerwerk; selbst das helle Licht des Vollmondes, der einige Stunden nach unserer Abfahrt aus dem Meere emportauchte, vermochte diesen Glanz nicht völlig zu verlöschen.



Fig. 19. Die Leuchtmonade.

Die monadenartigen Infusorien pflanzen sich entweder durch Theilung ihres Körpers oder dadurch fort, daß sie lebendige Junge gebären. Unter den in Fig. 18 abgebildeten Monaden sind a, b und d mit zahlreichen Jungen angefüllt. Früher nahm man an, daß die Monaden durch Urzeugung entständen, denn, sagte man, sie erzeugen sich, wenn man abgeschnittene Pflanzen ins Wasser stellt, aus den in Verwesung übergehenden Pflanzentheilen in ungeheurer Menge, obwol doch kaum anzunehmen, daß Keime oder Eier dieser Thierchen in den Säften aller lebendigen Pflanzen enthalten seien. Eine geschlechtliche Fortpflanzung hat man bis jetzt bei den Monaden noch nicht beobachtet, denn die oben erwähnten Jungen dürften eher aus sporenartigen Fortpflanzungskörperchen, als aus Eiern hervorgehen. Nichtsdestoweniger findet die Erscheinung, daß überall Monaden und überhaupt Infusorien vorkommen, in einfacher Weise ihre Erklärung, wie das später bemerkt werden wird.

Ungleich formenreicher, als die bisher geschilderte Gruppe der mit Geißelfäden versehenen Infusorien, ist das Reich der Bewimperten. Der mir gestattete Raum erlaubt es leider nicht, dem Leser eine vollständige Uebersicht der wunderbaren Gestalten, unter welchen der Infusorienkörper in dieser Gruppe auftritt, zu geben; ich muß mich daher blos auf die Vorführung der merkwürdigsten und auffallendsten beschränken. Zu diesen gehören unter anderen die sogenannten Busen- und Hechelthierchen, welche Fig. 20 veranschaulicht. Bei diesen Infusorien befinden sich der Mund und After nicht an den Enden des Körpers, sondern an der Bauchseite, bisweilen in geringer Entfernung hinter einander. Der Mund ist bald mit Fangwimpern versehen (Fig. 20, I), bald besitzt er keine. Bei den Hechelthieren pflegt die ganze Bauchseite mit Wimpern besetzt zu sein, welche sowol zum Ergreifen der Beute, als zur Fortbewegung des Körpers dienen. Die in Fig. 20 abgebildeten Formen gehören zu den am häufigsten vorkommenden Infusorien dieser Gruppe. I ist das Schwanenthierchen (Trachelocerca olor), ein $^1/_3$ Linie langes Geschöpf, das in Gräben lebt und seinen langen, schwanenartigen Hals sehr lebhaft bewegt, II eine dem Schwanenthierchen verwandte Art, der Amphileptus margaritifer, dessen Körper $^1/_6$ Linie lang wird und eine trübe Färbung besitzt. III stellt das gemeine Busen- oder Heu-

thierchen (Colpoda cucullus) dar, welches $^1/_{24}$ Linie lang ist und sich in großer Menge im Wasser findet, worin Heu gelegen und gefault hat, IV das am Rücken mit einer Schale gepanzerte Nachenthierchen (Euplotes Charon), V ist das sogenannte Pantoffelthierchen (Paramecium Aurelia), ein höchst merkwürdiges Geschöpf. Bei demselben sind nämlich der Mund und der After in einer tiefen Furche, neben der Bauchkante des zusammengedrückten, überall mit feinen Wimpern besetzten Leibes verborgen, und zwar so, daß der vorstreckbare Mund am hintern Ende, der After dagegen an der Spitze des Körpers liegt. Die beiden sternförmigen Figuren rühren von zwei in dieser Weise gestalteten kontraktilen Blasen her, die sich im Innern des Leibes befinden. Dergleichen, nur nicht sternförmig gestaltete Blasen oder Räume besitzen übrigens alle Infusorien, auch, manche Rhizopoden. Das Pantoffelthierchen wird fast in allen Pflanzenaufgüssen gefunden, hat eine blasse, weißliche Farbe und ist blos $^1/_{12}$ Linie lang. VI stellt das Hechelthierchen (Stylonychia mytilus) dar, welches $^1/_8$ Linie lang und vollkommen farblos ist. Es findet sich sehr häufig in stehenden Wässern aller Art und pflegt ruckweise umherzuschwimmen.

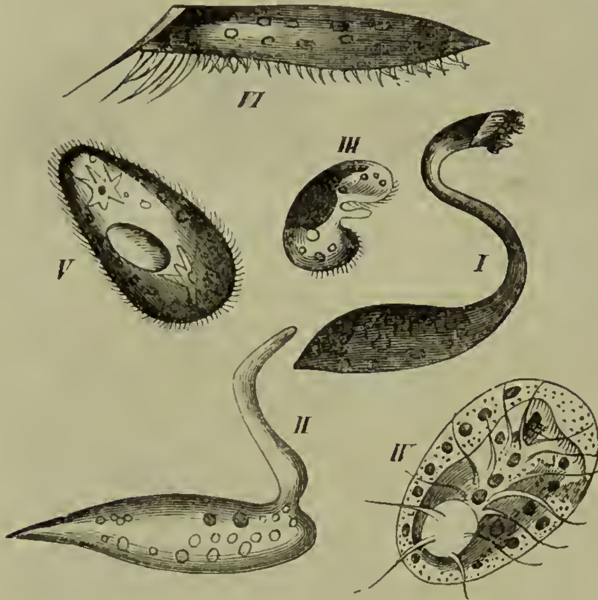


Fig. 20. Busen= und Hechelthierchen.

Eine viel zierlichere Gestaltung lassen die Glockenthierchen erkennen, welche sämmtlich sehr häufig an den Stengeln und Blättern von Wasserpflanzen gefunden werden. Alle diese Thierchen haben nämlich das mit einander gemein, daß sie entweder während ihres ganzen Lebens, oder doch längere Zeit hindurch gleich den Polypen an andere Gegenstände, und zwar in den meisten Fällen an Wasserpflanzen angeheftet und folglich einer nur beschränkten Bewegung fähig sind. Die Glockenthiere haben ihren Namen von der eigenthümlichen Gestalt ihres Körpers erhalten. Dieser erscheint nämlich unter der Form eines zarten, aus weicher, durchsichtiger Substanz bestehenden Glöckchens oder eines trompetenförmigen Röhrchens, und ist an seiner weiten Mundöffnung — an dem Eingang der Glocke oder Röhre — mit einem zierlichen Kranze feiner Fangwimpern eingefaßt, welche, in beständig zitternder Bewegung begriffen sind, so daß die Thierchen unter dem Mikroskop einen ungemein schönen Anblick darbieten. Dazu kommt noch ein den ganzen Körper gleichmäßig überziehender kurzer Flimmerbesatz. Verweilen wir nun noch einen Augenblick bei den wichtigsten und zugleich den am häufigsten vorkommenden Formen der Glockenthierchen, welche in Fig. 21 und 22 abgebildet sind. Nr. I, Fig. 21, ist eine Kolonie des Trompetenthierchens (Stentor polymorphus), II ein einzelnes, bedeutend vergrößertes

Exemplar davon. Dieses zierliche Geschöpf lebt in stehenden Gewässern, besonders in Sümpfen und in von Wasser durchdrungenen Torfmooren, woselbst es an den Stengeln und Blättern der unter das Wasser getauchten Pflanzen gruppenweise beisammensitzt. Es wird $^1/_{8}$ Linie lang und ist bald blau, bald braun, bald blutroth gefärbt. Die Torfmoore erscheinen von diesem Miniaturpolyp oft dunkel und die Stengel von Wasserpflanzen roth gefärbt, in so ungeheurer Menge tritt derselbe auf. Nr. III stellt zwei Exemplare des Scheidenthierchens (Vaginicola decumbens) dar, wovon das eine in der Theilung begriffen ist. Die Glockenthierchen vermehren sich nämlich meist durch freiwillige Theilung ihres Körpers. Jede Hälfte desselben verwandelt sich dabei in ein neues Individuum. Das Scheidenthierchen hat seinen Namen davon erhalten, daß sein eigentlicher Körper in einem scheidenartigen Panzer oder Gehäuse steckt. Dieser Panzer besteht aus einer ziemlich festen Masse und ist undurchsichtig, von ockergelber Farbe. Aus einer Spalte desselben streckt das Thier den außerordentlich zarten, durchsichtig weißen Hals mit der trompetenförmigen, zierlich bewimperten Kopfscheibe hervor. Das Scheidenthierchen lebt in fließenden Gewässern und wird $^1/_{24}$ Linie lang. Ein anderes von einem Gehäuse theilweise umschlossenes Glockenthierchen ist das bei Nummer V abgebildete Schellenthierchen (Tintinnus inquilinus). Das Gehäuse dieses $^1/_{20}$ Linie langen, in stehenden Gewässern lebenden Geschöpfchens hat eine wasserhelle, das eigentliche glockenförmige Thier eine ockergelbe Farbe. Nummer IV endlich stellt ein Individuum des grünlichen, oft in großer Menge in gallertartigen Kugeln an Wasserpflanzen angehefteten Trichterthierchens (Ophrydium versatile) dar, welches $^1/_{40}$ bis $^1/_{10}$ Linie lang wird.



Fig. 21. Glockenthierchen.

So schön die bisher erläuterten Formen der Glockenthierchen sind, so können sie sich doch nicht mit dem reizenden Maiblumenthierchen (Vorticella convallaria) messen, welches Fig. 22 in verschiedenen Zuständen darstellt, und das als die vollkommenste Bildung in dieser Familie polypenartiger Infusorien angesehen werden muß. Das Maiblumenthierchen, so genannt nach der an die Maiblümchen oder Zauken (Convallaria majalis) erinnernden Gestalt seines eigentlichen Körpers, lebt gesellig auf Wasserpflanzen und kleinen Wasserthieren, an welche es mittels eines überaus zarten Stieles, den es in schraubenförmiger Windung zu verkürzen und mit der größten Leichtigkeit und Schnelligkeit wieder auszustrecken vermag, angeheftet ist. Die Zusammenziehung des Stieles wird durch einen dünnen Muskelfaden von gelblicher Farbe bewirkt, welcher schraubenförmig im Innern des röhrenförmigen Stieles emporsteigt. Die Streckung

erfolgt nach Aufhören der Kontraktion durch die Elastizität der Stielscheide. Die Kopfscheibe mit Wimpern und Mundöffnung wird beim Zusammenlegen des Stieles gewöhnlich nach innen eingezogen, so daß das Köpfchen dann eine einfache Kugelform zeigt, wie das auf unserer Abbildung auch an mehreren Thierchen dargestellt ist. Der sonst ziemlich helle und durchsichtige Körper enthält gewöhnlich eine Anzahl rundlicher Speiseballen (Ehrenberg's Mägen). Man kann den Prozeß der Nahrungsaufnahme unter dem Mikroskop beobachten, sobald man dem Wassertropfen, in dem die Thiere befindlich sind, etwas Indigo oder Karmin in feiner Vertheilung zusetzt. Im Umkreis der Kopfscheibe beginnt dann sehr bald eine regelmäßige Strömung. Man sieht, wie die Pigmentkörnchen durch die Bewegungen des Flimmerapparates geraden Weges massenhaft in die Mundöffnung eindringen, sich hier zu einem rundlichen Ballen zusammenhäufen und dann plötzlich in die Innenmasse des Körpers übertreten. Es ist ein überraschendes Bild, was sich dabei dem Auge des Beschauers enthüllt, das nichts gemein hat mit dem widerlichen Eindruck, den das Gebahren der Raubthiere bei der Fütterung in einer Menagerie hervorruft. Die Pfeile, welche bei VI in unserer Abbildung eingezeichnet sind, sollen die Strömung der Körnchen in den Mund hinein andeuten. Die Vermehrung geschieht vorzugsweise durch Theilung, die das Köpfchen der Länge nach spaltet, so daß der Stiel dann zwei Thiere trägt (VIII). Bei manchen Arten (Carchesium, Epistylis) bleiben die Theilsprößlinge vereinigt, so daß dann bei Wiederholung des Vorganges ein förmliches Bäumchen zur Entwicklung kommt; aber gewöhnlich trennt sich das eine der beiden Thiere ab, nachdem es im Umkreis seines hinteren Körperendes einen zweiten Flimmerring gebildet hat. Mit Hülfe dieses letzteren schwärmt dasselbe eine Zeit lang umher, bis es sich festsetzt, worauf der Schwärmgürtel verloren geht und die Anheftungsstelle allmählich in einen neuen Stiel auswächst. Die Gesammtlänge des Maiblumenthierchens beträgt blos $^1/_{18}$ bis $^1/_{24}$ Linie. In neuester Zeit hat man die interessante Entdeckung gemacht, daß dieses Thier, welches oft in seichten, während des Sommers austrocknenden Gewässern lebt, auch dann nicht zu Grunde geht, wenn das Wasser verdunstet. Es umgiebt sich dann nämlich mit einem Schleim, der es vom Tode rettet, und erwartet nun in schlafähnlichem Zustande regungslos die Wiederkehr des Wassers. Die gleiche Erscheinung findet sich auch bei zahlreichen anderen Infusorien. Ueberhaupt besitzen die Infusorien ein ungemein zähes Leben. Sie werden weder durch Kälte noch durch gewöhnliche Hitzegrade getödtet, ja viele behalten selbst, wenn sie vollkommen eintrocknen, die Fähigkeit wieder aufzuleben, sobald sie befeuchtet werden. Man kennt Infusorien, welche noch nach zweijährigem Verharren im ausgetrockneten Zustande wieder aufleben und sich



Fig. 22. Maiblumenthierchen.

fortpflanzen, sobald sie mit Wasser übergossen werden. Diese Lebenszähigkeit erklärt das unvermuthete, oft wunderbar erscheinende Auftreten der Infusorien in Regenpfützen, Wasserfässern, Blumengläsern und allen Pflanzenaufgüssen. Die ausgetrockneten Leiber und Keime der Infusorien können nämlich wegen ihres überaus geringen Gewichtes von jedem Luftzuge leicht fortgerissen und überall hin verstreut werden. Sie bleiben dann an Pflanzen und Thieren und überhaupt an allen möglichen Gegenständen haften, und verharren daselbst so lange im Zustande der Ruhe, bis hinzutretende Feuchtigkeit ihnen das Leben wiedergiebt. Wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit können sie auch leicht durch die sogenannten Spaltöffnungen (s. den vierten Abschnitt) in das Innere der Pflanzen kommen, und so darf es nicht wundernehmen, daß man in jedem Wasser, in welches man abgeschnittene Pflanzen eine Zeit lang gestellt hat, Infusorien antrifft. In neuester Zeit hat man sogar im Innern vieler Thiere, ja selbst des Menschen, Infusorien gefunden, und auch diese Erscheinung erklärt sich leicht aus der mikroskopischen Kleinheit und aus der Leichtigkeit der Infusorienkörper und Infusorienkeime. So findet sich in hohlen (cariosen) Zähnen, desgleichen in der allmählich zu dem sogenannten „Weinstein“ erhartenden schleimigen Masse, welche sich häufig an den Zähnen absetzt, zumal wenn letztere nicht gehörig rein gehalten werden, immer eine Menge mikroskopischer Thierchen und Pflanzchen (Pilze und Algen), welche sich von den bei der „Zahnfäule“ (denn ein Fäulnißprozeß ist das Hohlwerden der Zähne) entstehenden Fäulnißprodukten ernähren, wenn nicht gar, was bis jetzt weder bewiesen noch widerlegt ist, ein schmarotzendes Leben führen und endlich (durch Lockerung der kleinsten Theilchen (Molecule) der Zahnsubstanz und durch chemische Einwirkung) die Fäulniß der Zähne und die damit etwa in Verbindung stehenden Zahnschmerzen veranlassen. Die sogenannten Zahnthierchen (Zahn-Vibrionen) bestehen aus einem außerordentlich feinen und kurzen Stäbchen, in dem man keinerlei weitere Organisation nachzuweisen im Stande ist. Trotz der Bewegung, welche diese Geschöpfe besitzen, ist es übrigens zweifelhaft, ob dieselben wirklich Thiere sind und nicht vielmehr den vielen pflanzlichen Organismen zugehören. Die Zahnthierchen leben gesellig und bilden oft, massenweise vereinigt, kleine Klumpen in den hohlen Zähnen, im Weinstein und Schleimüberzug der Zähne. Sollte den Leser diese Mittheilung erschrecken, weil er vielleicht selbst im Besitz von mit Weinstein behafteten Zähnen ist, und sollte ihn der Gedanke, Tausende von Infusorien in seinem Munde zu haben, mit Ekel erfüllen, so gebe ich ihm den Rath, sich den Weinstein von einem geschickten Zahnarzt entfernen zu lassen und sich sodann den Mund alltäglich mit Seifenwasser auszuspülen und die Zähne mit Kohlenpulver zu putzen. Das Seifenwasser tödtet nämlich die Zahnthierchen fast augenblicklich und die Kohle reinigt die Zähne vollständig und verhindert die Fäulniß von etwa in hohlen Zähnen oder zwischen den Zähnen zurückgebliebenen Speiseresten. Die Verwesung der letzteren begünstigt die Entwicklung der Zahnthierchen in hohem Grade. Uebrigens haben diese Thierchen eine Dicke von etwa $^1/_{300}$ Linie und sind bei einer hundertfachen Vergrößerung schon deutlich sichtbar.

Zu den Infusorien rechnete man früher auch die sogenannten Räderthierchen (Rotatoria). Neuere Untersuchungen haben aber an diesen ungemein zierlich gestalteten Thierchen eine viel höhere Organisation nachgewiesen, als diejenige der vollkommensten Infusorien ist, indem dieselben nicht allein Mund und

After, Darmkanal und Magen, sowie einen mit förmlichen Zähnen bewaffneten Schlundkopf besitzen, sondern selbst ein, wenn auch sehr einfaches und höchst unvollkommenes, Nerven- und Gefäßsystem, ja sogar Augen oder wenigstens augenartige Organe. Deshalb hat man in neuerer Zeit die Räderthierchen aus der Klasse der Infusorien in diejenige der Würmer versetzt. Wegen ihrer mikroskopischen Kleinheit und ihres Zusammenlebens mit den echten Infusorien schließen wir sie jedoch unmittelbar an die letzteren an und wollen daher mit den Räderthierchen und einigen anderen ihnen verwandten Wasserthierchen von mikroskopischer Kleinheit unsere Wanderung durch die Welt des kleinsten Thierlebens beschließen. Die Räderthierchen haben ihren Namen von einem radförmigen, mit langen Wimpern besetzten Organe erhalten, das sich am Kopfende ihres Körpers befindet und gleichzeitig zur Fortbewegung und zur Herbeischaffung der Beute dient, welche aus Infusorien besteht.

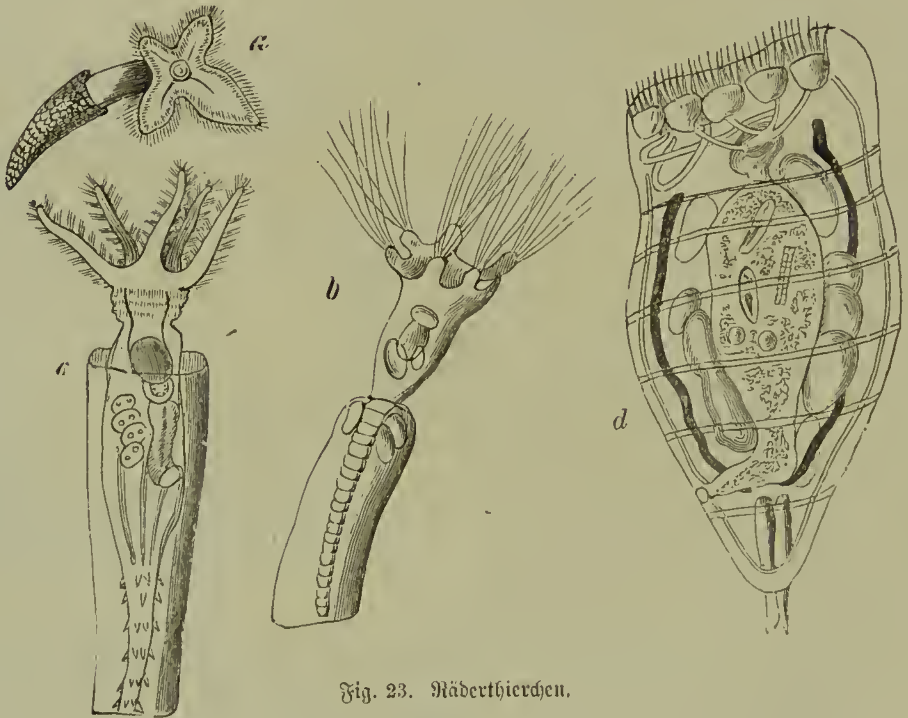


Fig. 23. Räderthierchen.

Die Wimperorgane bilden in ihrer einfachsten Form einen ringförmigen Besatz der Kopfscheibe (Fig. 23, d), sind aber gelegentlich auch in Lappen oder Arme (a, b, c) ausgezogen. Sie werden mit großer Schnelligkeit bewegt und verursachen daher eine heftige Strömung im Wasser, ähnlich wie sie durch die Räder oder Schraube eines Dampfschiffes hervorgebracht wird.

Der Körper der Räderthierchen ist wasserhell durchsichtig, weshalb die Eingeweide, das Nerven- und Gefäßsystem sehr deutlich durch seine zarte Hülle hindurchschimmern. Er hat eine sehr verschiedene Gestalt, verschmälert sich jedoch stets gegen das Schwanzende hin, welches oft gabelförmig gespalten ist. Manche Räderthiere besitzen auch einen wirklichen, ziemlich langen, gegliederten Schwanz. Das Kopfende pflegt immer sehr breit zu sein und trägt eine weite, trichterförmige Höhle, in deren Grunde sich der Rachen und dahinter der mit Zähnen bewaffnete

Schlundkopf befinden. Wo dasselbe eine einfache Bildung hat, da kann es mit seinem Flimmerbesatze ebenso, wie der Strudelapparat der Vorticelle, nach innen eingezogen werden, so daß das vordere Körperende dann eine abgerundete Form annimmt. Die Räderthierchen sind theils vollkommen nackt, theils von einem mehr oder minder festen Panzer umkleidet. Sie sind getrennten Geschlechtes, nicht Zwitter, legen Eier oder gebären lebendige Junge und leben in stehenden süßen Gewässern, besonders in schlammigen Gräben, Sümpfen und Teichen, wo sie bald im Schlamme, bald an Wasserpflanzen sitzen und, von Zeit zu Zeit auf Nahrungserwerb ausgehend, das Wasser in schneller Bewegung durchschwärmen.



Fig. 21. Bärenthierchen, Räderthierchen, Wasseralgen.

Gleich den echten Infusorien haben sie ein ungemein zähes Leben. So kann das gemeine Räderthierchen (Rotifer vulgaris), welches Fig. 25 a darstellt, über ein Jahr lang eingetrocknet liegen, ohne zu sterben. Sobald es mit Wasser übergossen wird, lebt es von Neuem auf. Ich bitte nun den geehrten Leser, sich die beigedruckten Holzschnitte anzusehen.

Fig. 23 zeigt zunächst drei Arten röhrenbewohnender Räderthierchen, deren Körper in einem selbstgebauten Gehäuse steckt, aus dem nur das mit einem komplizirten Flimmerapparate versehene Kopfende hervorragt. Fig. a ist das $^1/_3$ Linie lange Röhrenrädchen (Melicerta ringens). b das eben so lange Kronenrädchen (Stephanoceras Eichhornii). c das Blumenräderthierchen (Floscularia ornata), d stellt eines der frei lebenden Räderthierchen, das schöne

Krystallthierchen (Hydatina senta) in starker Vergrößerung dar. Dasselbe ist blos $^1/_6$ Linie lang, läßt aber eine ziemlich zusammengesetzte innere und äußere Organisation erkennen. Am meisten fällt der schönentwickelte Räderapparat auf, welcher, wenn er in rascher Bewegung begriffen ist, den optischen Eindruck eines sich drehenden Rades macht. Wegen der krystallhellen Durchsichtigkeit der Körperhülle kann man den innern Bau des Thieres sehr deutlich wahrnehmen. In dem magenförmig erweiterten Darmkanale bemerkt man verschluckte Infusorien, Diatomeen und Desmidieen. Fig. 25 zeigt zwei Repräsentanten der sogenannten Doppelräderthiere, welche am Halse vor den Räderorganen mit zwei, oft schön roth gefärbten Augen begabt sind. a ist das schon erwähnte gemeine Räderthierchen, b das rothäugige Doppelrädchen (Philodina erythrophthalma). Das gemeine Räderthierchen hat eine röthliche Farbe und findet sich das ganze Jahr hindurch, selbst im Winter, in Regenpfützen, welche einige Tage gestanden haben.

Den Räderthierchen einigermaßen ähnlich sind die ebenfalls mikroskopischen Bärenthierchen, welche zu der Klasse der spinnenartigen Thiere (Arachnoiden) gehören und in feuchtem Moos, Sand und Schlamm leben. Man findet sie z. B. häufig in dem Sande oder Schlamme, der sich in Dachrinnen allmählich anzusammeln pflegt. Sie haben einen mehr oder weniger deutlich gegliederten, wurm- oder blutegelförmigen Körper, an dessen Bauchseite ununterbrochen ein Paar fußartiger, mit krallenförmigen Borsten besetzter Höcker hervorragt. Der vom Körper nicht deutlich abgegrenzte, bisweilen schnauzenförmige Kopf ist meist mit zwei oder mehreren ganz einfachen Augen versehen. Sie sind Zwitter und pflanzen sich theils durch Eier fort, theils dadurch, daß sie lebendige Junge gebären. Ein Beispiel dieser bei starker Vergrößerung unter ziemlich plumper Gestalt erscheinenden Thierchen, welche sich von den übrigen Spinnenthieren, abgesehen von ihrer Kleinheit und ganz abweichenden Gestalt, auch dadurch auffallend unterscheiden, daß sie keine Spur von Athmungswerkzeugen besitzen, enthält das mikroskopische Bild Fig. 24. Man erkennt sie nach der vorstehenden Schilderung an den borstenbewaffneten Fußhöckern und wird sie danach von den meist mit zurückgezogenem Wimperapparate dargestellten Räderthieren leicht unterscheiden können. Es sind vier Exemplare, die sämmtlich zu Milnesium alpigenum gehören. Eine derselben, zur Linken der Abbildung, hat seine Haut abgestreift und darin seine Eier abgelegt. Außer den Bärenthierchen und den Räderthierchen (Rotifer) zeigt das Bild noch ein Wasserälchen (Anguillula ecaudis), einen dem bloßen Auge kaum sichtbaren frei lebenden Spulwurm. Die hier zusammengestellten Thierformen sind besonders deshalb interessant, weil sie das mikroskopische Thierleben in den Hochalpen charakterisiren. Sie stammen nämlich alle aus dem ewigen Schnee der Monterosa-Gruppe, wo sie in einer Höhe von 3620 Meter über dem Meere gefunden worden sind. Auch diese Alpenthierchen haben ein überaus zähes Leben. Mit Alpenerde nach Berlin gebracht, lebten sie nach einem Zwischenraum von fast zwei Jahren unter den geschickten Händen Ehrenberg's, dessen großem Werke über die aus mikroskopischen Thieren und Pflanzen zusammengesetzten Erden und Gesteine (Mikrogeologie) das beigedruckte Bild entnommen ist, wieder auf, krochen kräftig umher, fraßen und legten Eier. In Gesellschaft mit diesen Thierchen beobachtet man nicht selten auch das in den Hochalpen ziemlich häufige, unter dem Namen des „rothen Schnees" bekannte Phänomen, auf welches ich an einer anderen

Stelle zurückkommen werde. Auch in dem Schnee unserer Gegenden findet sich mancherlei organisches Leben. Sehr interessant sind in dieser Hinsicht die Untersuchungen, welche Pouchet in Rouen neuerdings angestellt hat. Er sammelte Schnee, der sehr ruhig gefallen war, um durch ihn Aufschlüsse über die Stoffe zu erhalten, die in der Atmosphäre zu schweben pflegen. Eine hervorstechende Rolle spielten die Rußtheilchen, die niedergeschlagen worden waren und welche theils von der Steinkohle, theils von dem Holze herrührten. Auffallend war ferner eine ansehnliche Menge Getreide-Satzmehl. Die Körnchen waren in den verschiedensten Größen vorhanden. Von Kartoffelstärke fand sich nur ein einziges Körnchen. Einzelne jener Stärkekörnchen hatten sich in der Atmosphäre von selbst blau gefärbt, wie sie solches sonst nur bei Berührung mit Jod zu thun pflegen. Von Kieselerde zeigten sich nur wenig Körner, mehr dagegen von Kalkerde. Von Laubmoosen, Flechten und Pilzen fand man fünf Sporen (Fortpflanzungszellen), außerdem zwei encystirte Infusionsthiere, desgleichen zwei Kadaver von abgestorbenen Infusorien, drei Navicula, drei Bacillarien und zwei Bacterien. Auch im Regenwasser hat man häufig Sporen von Pilzen und anderen kryptogamischen Gewächsen, ferner Pollen (Blütenstaubkörnchen) verschiedener phanerogamer Pflanzen, Diatomeen u. s. w. gefunden; daß darin oft auch Infusorien vorkommen, ist bereits erwähnt worden. Daß alle diese Geschöpfe und organischen Gebilde in der Luft geschwebt haben müssen und durch die herabfallenden Regentropfen mit fortgerissen worden sind, versteht sich von selbst.

Ich könnte dem Leser noch Mancherlei von der mikroskopischen Thierwelt der Gewässer erzählen, denn mit den Infusorien, Räderthierchen, Bärenthierchen u. s. w. ist dieselbe noch keineswegs erschöpft. Besonders ernährt das Meer eine ungeheure Menge mikroskopischer Thierformen, die nicht zu den im Vorstehenden geschilderten Gruppen des Thierreichs gehören. Allein der beschränkte Raum dieses Büchleins verbietet es mir, hier auf andere Thierformen als diejenigen des süßen Wassers Rücksicht zu nehmen. Die merkwürdigsten der bisher nicht erwähnten mikroskopischen Seethiere werden wir noch bei einer spätern Gelegenheit kennen lernen; bei den vorstehenden Schilderungen hatte ich besonders im Auge, den geehrten Leser mit dem ihm unmittelbar nahen mikroskopischen Thierleben bekannt zu machen.



Fig. 25. Doppelräderthierchen.

Zweiter Abschnitt.

Die mikroskopische Wunderwelt des Erdbodens.

Sollte der geehrte Leser einmal eine Fußreise nach Thüringen gemacht haben, z. B. von Naumburg im Saalthale aufwärts nach Jena gewandert sein, so sind ihm vielleicht in der Nähe der an den Thalgehängen befindlichen Steinbrüche und Kalköfen Steine zu Gesicht gekommen, die er auf den ersten Blick als aus lauter versteinerten, d. h. in Kalkspath umgewandelten Muscheln zusammengesetzt erkannte. In jener Gegend befinden sich nämlich mächtige Ablagerungen von sogenanntem Muschelkalk, d. h. eines Kalkes, der entweder ganz und gar oder wenigstens zum großen Theil aus mittels Kalkes verkitteten, unter sich verwachsenen und in Kalkstein umgewandelten Schalen vorweltlicher Muscheln besteht. Eine andere Form von Muschelkalk bildet sich noch gegenwärtig an allen Meeresküsten, indem die Schalen der abgestorbenen Muscheln von den Wellen über einander gehäuft, theilweise zertrümmert und zermalmt und mittels des dadurch erzeugten feinen Kalksandes — denn die Schalen aller Muscheln, desgleichen die Schneckenhäuser, bestehen ja großentheils aus Kalk — mit einander verkittet werden. Durch die Einwirkung des Seewassers wird der in den frischen Muschelschalen enthaltene thierische Leim nach und nach ausgezogen und die Muschelanhäufung endlich in festes Kalkgestein verwandelt. So steht z. B. Cadiz auf einer Felsenzunge, welche gänzlich aus über einander gehäuften Austern- und Pilgermuschelschalen besteht, und aus demselben Gestein sind auch die Häuser jener Stadt erbaut. Andere Kalkarten sind Anhäufungen versteinerter Schneckenhäuser oder Korallen. So bestehen die zahllosen Korallenriffe und Koralleninseln Australiens und des Großen Ozeans lediglich aus den versteinerten, ja zum Theil blos aus den ausgelaugten (des thierischen Leims beraubten) Kalkgehäusen von Korallenthieren. Allein die im Meere lebenden Weichthiere und Korallen und andere mit Kalkgehäusen begabte größere Seethiere sind nicht die einzigen Geschöpfe, welche mächtige Gesteinsschichten aufgebaut haben; auch die mikroskopische Thier- und Pflanzenwelt des Wassers hat sich an dem Schichtenbau des Erdbodens betheiligt und zwar, wie wir gleich hören werden, in ungleich großartigerem Maßstabe als jene großen Wasserthiere. Die unzählbare Menge der mikroskopischen Geschöpfe und ihre fabelhafte Vermehrungsweise erklären diese im ersten Augenblick vielleicht unglaublich erscheinende Thatsache leicht; denn wenn schon eine einzige Diatomee binnen wenigen Wochen eine Nachkommenschaft von Millionen Individuen haben kann, welche Massen solcher Geschöpfe müssen im Umkreise der ganzen Erde während des Verlaufs vieler Myriaden von Jahren

entstanden sein! Es werden natürlich blos diejenigen mikroskopischen Thiere und Pflanzen als Boden- und Gesteinschichten bildende auftreten können und aufgetreten sein, welche einen unzerstörbaren aus Kieselsäure oder Kalk bestehenden Panzer besitzen, d. h. die Diatomeen, die Foraminiferen und Radiolarien. Dazu kommen dann eventuell noch die mikroskopisch kleinen Skeletstücke größerer Thiere, besonders der Schwämme und Stachelhäuter. Seit Ehrenberg es unternommen hat, mit dem Mikroskop in der Hand sowol die lockeren Bodenarten als die festen Gesteine zu untersuchen, die ihre Entstehung dem Wasser verdanken, d. h. welche nichts sind, als der in Stein umgewandelte Schlamm oder Bodensatz ehemals vorhandener Meer- und Süßwasserbecken, seitdem hat sich ergeben, daß das Leben im kleinsten Raume, d. h. die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt, keineswegs auf die Gegenwart beschränkt ist, sondern daß es in längst verklungenen Zeiten, Tausende und Millionen Jahre vor der Erschaffung des Menschen, in ungleich großartigerem Maßstabe entwickelt war als heutzutage. Unausgesetzte, fast zwanzigjährige Forschungen mit dem Mikroskop haben den genannten großen Gelehrten in den Stand gesetzt, unwiderleglich zu beweisen, daß in allen Gegenden der Erde mächtige Ablagerungen von erdiger und steinartiger Beschaffenheit, ungeheure Felsmassen, ja ganze große Gebirgszüge, mit einem Worte ein bedeutender Theil der gesammten Erdrinde lediglich aus über einander gehäuften Panzern von Diatomeen und Infusorien und namentlich aus den Kalkgehäusen von Foraminiferen bestehen. Die Ergebnisse seiner langjährigen Untersuchungen hat er in jenem oben erwähnten Prachtwerke, welches im Jahre 1855 zu Leipzig unter dem Titel „Mikrogeologie" erschienen ist, niedergelegt. Auf 41 großen, prachtvoll gestochenen Foliotafeln sind viele Tausende von ihm mit der größten Sorgfalt gezeichnete mikroskopische Abbildungen fossiler Diatomeen, Foraminiferen u. s. w. aus allen Gegenden der Erde und aus allen möglichen Erd- und Gesteinsarten enthalten. Wer diese Tafeln ansieht, muß staunen vor Bewunderung ob der unendlichen Mannichfaltigkeit der Formen jenes untergegangenen Lebens, dem der Mensch einen großen Theil der für ihn wichtigsten Gesteine und Bodenarten verdankt!

Nach diesen Bemerkungen will ich nun eine Reihe der mikroskopischen Bilder jenes Prachtwerkes in getreuen Kopien an den Augen des geehrten Lesers vorüberziehen lassen, damit er wenigstens einen Begriff von der Wunderwelt bekommt, welche der todte Stein, ja der verachtete Staub, den man mit Füßen tritt, in seinem Innern birgt. Und zwar will ich die hier in Betrachtung kommenden Boden- und Gesteinsarten nach Ehrenberg's Vorgange in solche eintheilen, welche auf dem Grunde süßer, und in solche, welche auf dem Grunde salziger Gewässer, d. h. des Meeres, entstanden sind. Zum Schlusse dieses Abschnittes will ich noch die Zusammensetzung der Kulturerden oder des Ackerbodens und verschiedene andere für den Menschen wichtige Bodenarten und bodenartige Substanzen schildern.

Organische Süßwasserbildungen.

Es war im Jahre 1836, als Ehrenberg von dem Porzellanfabrikbesitzer Fischer zu Franzensbad in Böhmen gebeten wurde, die sogenannte Kieselguhr, d. h. den scheinbar aus feinem Kieselsand bestehenden Schlamm, welcher in der Gegend jenes berühmten Bades ausgedehnte Lager und einzelne Klumpen im Torfe bildet, zu untersuchen.



Fig. 26. Kieselguhr von Franzensbad.

Ehrenberg folgte dem Wunsche und entdeckte zu seinem nicht geringen Erstaunen, daß diese Kieselguhr lediglich aus den Kieselpanzern von Diatomeen, welche zum Theil noch jetzt in den Wässern jenes Moores und in den Franzensbader Quellen lebend gefunden werden, zusammengesetzt sei. Die Hauptrolle spielt das bereits oben geschilderte Krummschild (Campylodiscus Clypeus). Darunter sind zahlreiche Panzer verschiedener Arten von Pinnularia, Navicula und Gallionella gemengt. Fig. 26 stellt ein Stäubchen der Franzensbader Kieselguhr unter dreihundertmaliger Linearvergrößerung, welche auch diejenige aller folgenden Abbildungen ist, dar.

Auch in der Gegend von Eger kommen Ablagerungen von Kieselguhr vor. Die Kieselguhr ist aber anders zusammengesetzt, indem sie vorzugsweise aus Panzern von Navicula-Arten besteht und die Krummschilder in ihr fehlen.

Die Entdeckung, daß die Kieselguhr von Franzensbad aus fossilen Diatomeenpanzern bestehe, veranlaßte nun Ehrenberg, weitere mikroskopische Untersuchungen über die Zusammensetzung der Erd- und Gesteinsschichten anzustellen. Er wandte seine Aufmerksamkeit zunächst ähnlichen unter der Form feiner, lockerer Erde erscheinenden Ablagerungen zu, welche theils bereits bekannt waren, theils infolge der Ehrenberg'schen Entdeckung bekannt wurden, und fand dieselben ausnahmslos aus fossilen Diatomeen oder, wie er sich auszudrücken pflegt, aus fossilen Polygastern (Infusorien-)Panzern zusammengesetzt.



Fig. 27. Kieselguhr von Stafford.

Zu diesen Ablagerungen gehören fast alle unter dem Namen Kieselguhr und Bergmehl bekannten Erden, die in verschiedensten Gegenden des Erdballes aufgefunden worden sind. So giebt es z. B. bei Strafford in Virginien (Nordamerika) ein mächtiges Lager von Kieselguhr, welches, ähnlich wie die Kieselguhr von Eger, vorzugsweise aus Panzern von Navicula- und Pinnularia-Arten zusammengesetzt ist. In Fig. 27 sieht man ein wenig von dieser Kieselguhr abgebildet. Die größte der darauf erscheinenden Formen ist die Nordamerika eigenthümliche Pinnularia nobilis. Neben ihr zeigen sich theils ganze Panzer, theils zerbrochene verschiedener anderer Arten derselben Gattung und von Navicula. Am meisten werden dem Leser die spulenförmigen oder wie Doppelpilze gestalteten Körper auffallen, von denen zwei über's Kreuz liegend am vordersten Rande des Bildes erscheinen. Dieselben gehören zu der Gattung Amphidiscus. Im Ganzen hat Ehrenberg in dieser Kieselguhr 27 Diatomeenformen unterschieden.

Die sogenannten Bergmehle sind lockere, staub- oder mehlartige Erden von weißer oder weißgrauer Farbe, welche lediglich aus Diatómeenpanzern bestehen. Dergleichen Ablagerungen hat man in verschiedenen Gegenden der Erde aufgefunden, und manche derselben besitzen eine bedeutende Ausdehnung und Mächtigkeit (Dicke). In Europa sind die berühmtesten Bergmehllager diejenigen von Lappland, von Degernä und Lollhagyshön in Schweden, von Ebsdorf in der Lüneburger Heide und von Santafiora in Toskana.



Fig. 28. Bergmehl von Ebsdorf.

Kleinere Lager finden sich in Griechenland, Ungarn, Böhmen, Frankreich 2c. Manche dieser Bergmehle sind von großer Wichtigkeit für den Menschen, indem dieselben unter das Brotmehl gemischt und folglich als Nahrungsmittel benutzt werden, obwol sie begreiflicher Weise keinen Nahrungsstoff besitzen. In Europa finden blos die Bergmehle von Lappland und Schweden eine solche Verwendung. Von dem Bergmehle von Lollhagyshön z. B. werden alljährlich viele Hunderte von Wagenladungen verspeist! Manche dieser Bergmehlablagerungen sind besonders deshalb interessant, weil ihre obersten Schichten aus noch lebenden Diatomeen bestehen. Dahin gehört z. B. das Bergmehllager unweit Ebsdorf in der Lüneburger Heide, welches gegen 10 Meter Mächtigkeit besitzt und nach Ehrenberg aus einigen dreißig verschiedenen Diatomeenarten zusammengesetzt ist. Die vorherrschende Art ist jedoch Synedra acuta, deren Panzer unter der Form leiterartiger Stäbe erscheinen (Fig. 28). Darunter gemengt sind ganz vorzüglich Pinnularia inaequalis (die quergestrichelten, gekrümmten, schiffchenförmigen

Körper) und Gallionella varians (die große runde Scheibe). Ein anderes in den oberen Schichten noch vollkommen lebendiges Diatomeenlager zieht sich unter Berlin hin. Dasselbe hat an manchen Stellen bis 33 Meter Mächtigkeit, sieht aus wie ein schwammiges, silbergraues Thonlager und besteht zu zwei Dritttheilen aus den Panzern von nicht weniger als 90 verschiedenen Diatomeen- und Infusorienarten. Beigemengt sind denselben 41 verschiedene Formen sogenannter Phytolitharien, d. h. verkieselter Theile von Landpflanzen und Pilzen, sowie Körnchen von Fichtenblütenstaub.



Fig. 29. Lebendes Diatomeen- und Infusorienlager unter Berlin.

Die runden Scheiben gehören verschiedenen Arten der Gattung Gallionella, die spindelförmigen, etwas gekrümmten Stäbe der Gattung Cocconema, die kahnförmigen, quergestreiften Körper der Gattung Pinnularia, die quadratischen, hier und da zu Bändern verbundenen, der Gattung Diatoma an. Der spindelförmige, gerade, an den Seiten gezackte Stab ist ein Spongiolithis (d. h. eine Schwammnadel) der darunter befindliche halbrunde, mit zwei gegenüber liegenden halbkugeligen Erhabenheiten versehene Körper ein Körnchen von Fichtenblütenstaub. Die in den obersten Schichten enthaltenen Diatomeen leben fast alle noch; man kann daher wirklich sagen, daß ein Theil von Berlin über lebenden Wesen erbaut ist.

Die Bergmehle Schwedens und Lapplands sind nicht die einzigen Erden, welche gegessen werden. In Nordasien und ganz besonders in Nordafrika giebt es ganze Völkerschaften, welche als Zukost zu den Speisen, oder als Leckerbissen,

gewisse feine Erd- und Thonarten genießen; ja bei vielen Indianern und Negern Südamerika's und Westindiens ist das Erdeessen geradezu eine Leidenschaft geworden. Ehrenberg hat mehrere dieser Erden und Thone untersucht und alle reich an Diatomeen- und Infusorienresten gefunden. Der beschränkte Raum dieses Buches verbietet mir leider, die in der Mikrogeologie gegebenen mikroskopischen Bilder jener Erden aufzunehmen. Sie konnten aber um so eher weggelassen werden, als sie weniger auffallende und interessante Formen enthalten, als die bisher mitgetheilten.



Fig. 30. Das kleinste Leben am Tsadsee.

Dagegen kann ich mir nicht versagen, meinen geehrten Lesern noch einen Blick in die Bodenverhältnisse Innerafrika's thun zu lassen. Der Mehrzahl meiner Leser wird bekannt sein, daß an einer der tiefsten Stellen im Herzen Afrika's, in dem Flachlande von Bornu, ein großer See, der Tsad genannt, sich ausbreitet, ein See, dessen geographische und sonstige Verhältnisse besonders durch unsern berühmten Landsmann Dr. Barth aufgeklärt worden sind. Die Mehrzahl der Geographen war früher der Meinung, der Tsad sei ein Salzsee. Um darüber Gewißheit zu erhalten, bat Ehrenberg den leider zu früh für die Wissenschaft in Afrika umgekommenen Dr. Vogel, ihm Proben von Schlamm aus dem Tsadsee zu schicken. Die mikroskopische Untersuchung des nach Berlin gesandten Tsadschlammes ergab nun, daß, da in diesem Schlamme eine große Anzahl von nur in süßem Wasser lebenden Diatomeen und anderen mikroskopischen Süßwassergeschöpfen enthalten war (Ehrenberg hat darin 69 verschiedene Formen entdeckt), der Tsad ein Süßwassersee sein müsse. So war es dem Mikroskop vorbehalten, einen wichtigen geographischen Zweifel zu lösen und einen gelehrten Streit zu entscheiden, welcher Jahrhunderte gedauert hat! Fig. 30 stellt einige der im Tsadschlamme aufgefundenen Diatomeen und Phytolitharien

dar, worunter 4, 7, 8, 15 verschieden gruppirte Individuen der Lysicyclia Vogelii, einer der im Innern Afrika's eigenthümlichen und für die Süßwasserniederschläge jenes weiten Tieflandes, das man den Sudan nennt, charakteristischen Diatomee sind. Sehr eigenthümliche und echt afrikanische Formen sind ferner: 9 Lithostylidium foveolatum, 10 Lithostylidium Subula, 14 Lithostylidium Amphiacanthus. Fig. 31 enthält charakteristische organische Formen aus dem Staube der weiten Ebene von Kuka in Bornu, von welchem Dr. Vogel ebenfalls Proben an Ehrenberg, der darin verschiedene Bestandtheile nachwies, sandte.



Fig. 31. Organische Formen im Staube bei Kuka

Zu diesem Bilde herrschen die Eunotien (2, 7, 12, 16) und die Kieselpanzer von Kapselthierchen [Arcella; s. oben] (3, 4, 14, 15) vor. Echt afrikanische Diatomeen sind Amphora libyca (8), Cocconema lanceolatum (10) und Cocconema Arcus (11). Eine ähnliche Zusammensetzung hatte der Sand aus einem 15 Meter tiefen Brunnen bei Kuka.

Aber nicht allein Erd- und Thonschichten verdanken ihre Entstehung dem „Leben im kleinsten Raume", auch feste Gesteine sind von den mikroskopischen Bewohnern der Gewässer nach und nach aufgebaut worden. Unter denselben schließen sich die sogenannten Polir- und Saugschiefer und die Mergelgesteine wegen ihrer geringen Härte zunächst an die bis jetzt geschilderten Erden und Thone an. So ist der Polirschiefer von Bilin in Böhmen weiter nichts als eine Anhäufung von Panzern der Gallionella distans, einer überaus zierlichen Diatomee, deren als kreisrunde, elegant gemusterte Scheiben ausgebildete Individuen zu stabförmigen Kolonien vereinigt zu sein pflegen. Diese Diatomee ist zugleich so klein, daß nach einer mit größter Umsicht angestellten Schätzung in einem einzigen Kubikzoll jenes Schiefers nicht weniger als 41,000 Millionen solcher Gallionellenpanzer enthalten sind! Auch die in den Braunkohlenflötzen

vorkommenden Thon- und Sandlager, ja die Braunkohlen selbst, wenigstens die erdigen, sind nach Ehrenberg überaus reich an Diatomeen- und Infusorienpanzern. Desgleichen sind die erdigen Mergel der Hauptsache nach nichts Anderes, als Anhäufungen von solchen mittels Kalkes oder Thones verkitteten Panzern von Süßwasserdiatomeen und Süßwasserinfusorien; dagegen bestehen die wirklichen Mergelgesteine, wie überhaupt alle aus mikroskopischen Geschöpfen zusammengesetzten Felsgesteine, aus lauter Meeresthieren und Meerespflanzen, gehören also zu den Meeresbildungen. Diese wollen wir im Folgenden näher kennen lernen.



Fig. 32. Organismen vom Meeresgrunde.

Organische Meeresbildungen.

Wir beginnen die Musterung dieser Gebilde billig mit dem Schlamme, welcher sich auf dem Grunde des Meeres ansammelt, da ja aus solchem Schlamme die meisten geschichteten Gesteine hervorgegangen sind. Daß im Grunde des Meeres ungeheure Massen von Panzern und Schalen mikroskopischer Geschöpfe angehäuft sein müssen, das wird dem geehrten Leser nach dem, was ich im vorhergehenden Abschnitte über das mikroskopische Leben des Meerwassers mitgetheilt habe, einleuchten. In der That bergen die auf dem Grunde des Meeres abgelagerten Schlamm- und Sandschichten unzählbare Mengen von Leichen zahlreicher Diatomeen, Infusorien und anderer mikroskopischer Geschöpfe. Einen Beweis dafür liefert Fig. 32, die eine Probe des Grundschlammes im südlichen Eismeere aus einer Tiefe von 3660 Meter darstellt. Welch wunderbar zierliche Formen enthält dieses Bild! Vor allen fällt die große runde, wie eine strahlende Sonne

aussehende Scheibe (12) in die Augen, die man sogleich für eine Gallionella erkennen wird. Sie führt den Beinamen „Sonne“ (Gallionella Sol), den sie sicherlich verdient. Zu ihren Seiten bemerkt man vier kleinere runde Scheiben von verschiedener Größe und Gestaltung. 4 und 7 sind zwei Arten von Coscinodiscus, 5 ist Disclopea Rotula, 19 Symbolophora Pentas.

Der unter den letzteren befindliche trichterförmige Körper (17) ist Rhizosolemia Calyptra, die darunter liegende runde Scheibe (3) wieder ein Coscinodiscus, und der lineale Körper rechts von beiden (14) Grammatophora turgens. Die Mitte des Bildes nimmt ein viereckiges, fast wie ein Ofenthürchen aussehendes Schild ein, Anaulus scalaris (1), welches in 2 von der Kante gesehen erscheint.



Fig. 33. Organismen aus dem Eise des Südpolarmeere

Der seltsam geformte, dunkle, über 1 liegende Körper (15) ist Hemiaulus antarcticus. Darunter liegt ein wie eine Lanzenspitze geformter Körper, Rhizosolemia Ornithoglossa (18). Am allerzierlichsten ist aber die große, kaum zur Hälfte sichtbare Scheibe (6) gebildet, die den wohlverdienten Beinamen „das Rad“ (Discoplea Rota) führt. Unter ihr ragt eine durch sie hindurchschimmernde ovale Scheibe hervor (16), Raphioleis fasciolata, während auf ihr ein eigenthümlicher Körper liegt, welcher aus über einander gelegten Blasen zu bestehen scheint. Dieser seltsame Körper gehört nicht mehr zur Gruppe der Diatomeen, sondern zu derjenigen der Polythalamien, einer Abtheilung der Foraminiferen. Dieses Polythalamiengehäuse besteht nicht aus Kieselerde, wie die Panzer der Diatomeen, sondern aus Kalk. Solche Polythalamienschalen finden sich im Verein mit Diatomeenpanzern fast überall im Schlamme des Meeres. So besteht der Schlamm der Elbe bei Cuxhaven zur Hälfte seines Volumens aus Kieselpanzern von Diatomeen und Infusorien und aus Kalkschalen von Polythalamien.

Fast noch zierlicher sind die auf dem mikroskopischen Bilde Fig. 33 befindlichen Formen, welche aus dem Eis des südlichen Polarmeeres stammen. Daß das Eis des Meeres zahlreiche organische Einflüsse, besonders mikroskopische Geschöpfe enthält, kann bei dem außerordentlichen Reichthum des Seewassers an solchen Wesen durchaus nicht Wunder nehmen. Ganz besonders ist dies aber mit jenen, blos dem südlichen Polarmeere eigenen, dünnen, flachen Eismassen der Fall, welchen die Seefahrer zur Unterscheidung von den großen, für die Schiffe so gefährlichen Eisbergen den Scherznamen „Pfannkucheneis" gegeben haben.

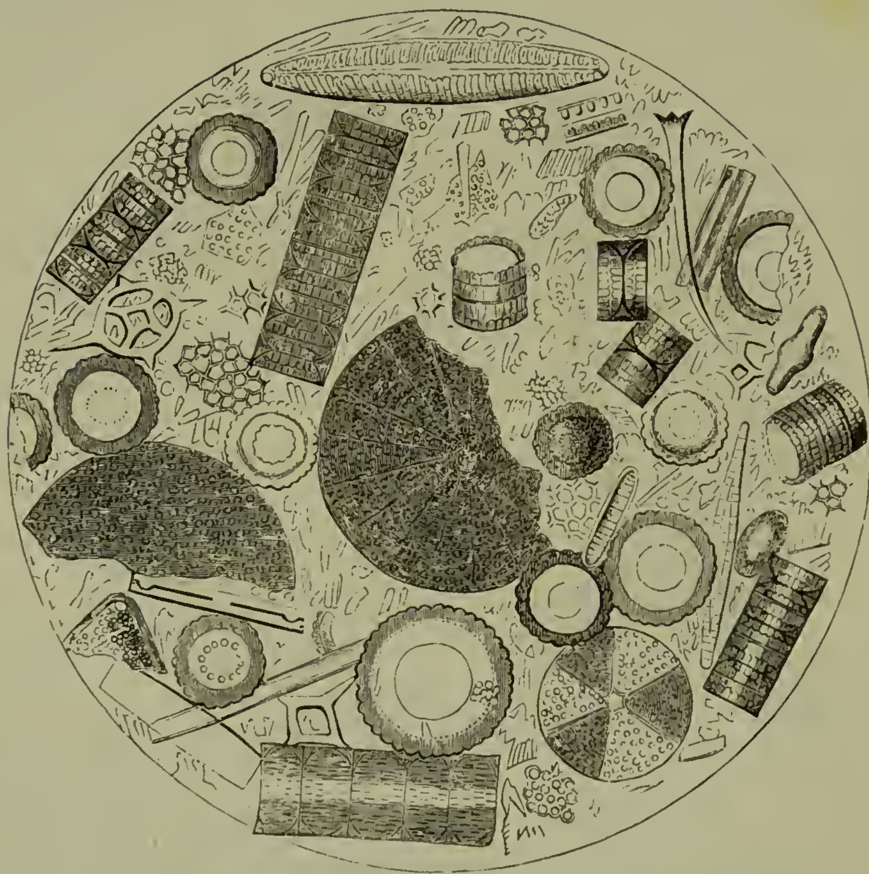


Fig. 34. Trippelfelsen von Richmond.

Dergleichen Eis sieht oft ganz braun aus, indem es unzählbare Mengen von Diatomeen enthält. Wie im Schlamme des Südpolarmeeres, so herrschen auch hier die scheibenartigen, runden Formen vor. Von den neun in Fig. 33 enthaltenen Formen dieser Art gehören 1 bis 4 der Gattung Asteromphalus, 5 bis 7 der Gattung Coscinodiscus, 12 der Gattung Halionyx, 16 der Gattung Symbolophora an. Nächst diesen runden Scheiben fallen besonders die drei langen, spindelförmigen Stäbe 20, 21 und 22, und die aus dicken, bauchigen Gliedern zusammengesetzte Kolonie 11 in die Augen. Erstere sind verschiedene Arten der Gattung Spongiolithis, letztere besteht aus an einander gereihten Individuen von Gallionella pileata. Der zierliche, siebenzackige Stern (8) ist Dictyocha septenaria, das Dreieck (17) Triceratium pileosum.

Aehnlich wie der Grund des südlichen Eismeeres und wie das Südpolareis scheint die Mehrzahl der Trippel- und Mergelfelsen zusammengesetzt zu sein. Runde Scheiben, besonders Arten der Gattungen Actinoptychus, Coscinodiscus, Conodiscus und Gallionella, letztere meist zu cylindrischen Stäben verbunden, herrschen vor; daneben treten zahlreiche Arten von Pinnularia, Dictyocha, Spongiolithis und in den Mergelfelsen auch kalkige Polythalamienschalen auf. Fig. 34 und 35, von denen erstere eine Probe eines bei Richmond in Virginien vorhandenen Trippelfelsens, letztere ein Stückchen Mergelfelsen von der griechischen Insel Aegina darstellt, können als Beispiele dienen.

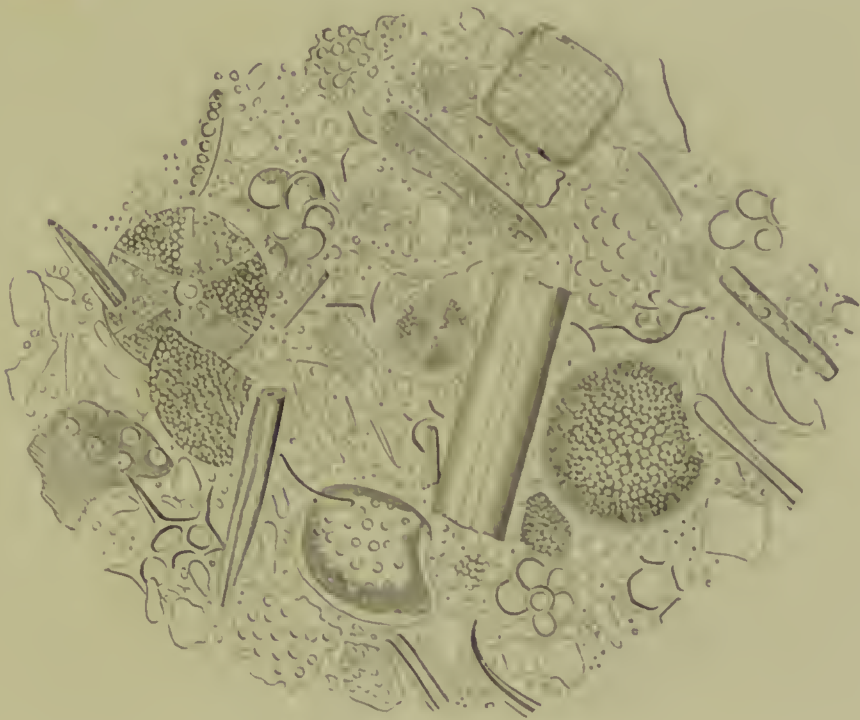


Fig. 35. Mergelfelsen von Aegina.

Jener Trippelfelsen ist vorzugsweise aus Gallionellenscheiben und Stäben zusammengesetzt, der Mergel von Aegina dagegen aus Individuen von Actinoptychus (die runden in sechs Felder abgetheilten Scheiben), Bruchstücken von Lithornithium (die mit kleinen Kreisen bedeckten Plättchen) und Polythalamienschalen. Das viereckige, mit kleinen Ringen bestreute Scheibchen ist eine Amphitetras parallela, der zur Hälfte vorhandene Stern am linken Rande ein Dictyocha. Die Polythalamienschalen gehören fast alle der Gattung Rotalia an. In dem Trippel von Richmond bemerkt man ebenfalls einen Actinoptychus (rechts unten), desgleichen Bruchstücke vom Lithornithium. Oben liegt eine wohlerhaltene Pinnularia, in der Nähe des linken Randes eine Dictyocha Crux (der in vier Kammern abgetheilte und mit vier Zacken kreuzförmig besetzte Kreis), rechts oben ein seltsamer Spongiolithis (der gebogene, bolzenförmige Körper). In diesem Gestein hat Ehrenberg über 100, in dem von Aegina 97 verschiedene Formen

organischen Ursprungs aufgefunden. Aus höchst merkwürdigen Formen besteht ein weißes Mergelgestein von der westindischen Insel Barbados, von welchem ein kleines Stückchen blos hundertfach vergrößert in dem mikroskopischen Bilde Fig. 36 dargestellt erscheint. Mit Ausnahme der stabförmigen Dictyocha Fibula (47), der Flustrella concentrica (29), der Lithocyclia Ocellus (30) und einiger Bruchstücke von Lithornithium (66) sind es fremdartige, ja wahrhaft wunderbare Formen, welche diese Gesteinsprobe zusammensetzen. Vor allen werden die Formen 2, 17, 19, 20 und 21 die Aufmerksamkeit des geehrten Lesers erregen; es sind dies Panzer verschiedener Arten der Radiolarien-Gattungen Eucyrtidium (17 bis 19) und Podocyrtis (20 und 21).



Fig. 36. Mergelstein von Barbados.

Nicht minder merkwürdig sind die in 6 und 7 abgebildeten Formen, Arten von Lychnocanium, sowie 58, 59 und 60. Alle diese Formen gehören nicht mehr zu den Diatomeen, sondern zu den Polycystinen, einer Familie der Strahl-Rhizopoden oder Radiolarien (s. oben), welche eine netz- oder gitterförmig durchbrochene Kieselschale besitzen. Im Ganzen hat Ehrenberg in diesem Gestein 70 verschiedene Formen beobachtet. Ein sehr ähnlich zusammengesetztes Mergelgestein findet sich auf der im Bengalischen Meerbusen gelegenen Nitobarinsel. In der Mitte zwischen diesen und dem Mergelgestein von Aegina steht der Mergelfelsen von Caltanisetta in Sizilien, worin nach Ehrenberg 80 organische Formen vorkommen. Ueberhaupt bieten die Mergelgesteine einen ungemein großen Reichthum an versteinerten Leibern mikroskopischer Geschöpfe und eine wunderbare Mannichfaltigkeit in der Zusammensetzung aus diesen Formen dar, und da

die Mergelgesteine in den über die ganze Erde verbreiteten Formationen des Keupers, der Kreide und des Tertiärgebirges überaus häufig und oft als mächtige Schichten auftreten, so kann man daraus einen Schluß auf die Menge mikroskopischer Geschöpfe machen, welche in den Meeren, deren ursprünglicher Bodensatz jene Mergelgesteine sind, gelebt haben müssen. Denn die Mehrzahl der Mergelgesteine ist lediglich aus Kieselpanzern von Diatomeen, Polycystinen und Infusorien, überhaupt aus Resten mikroskopischer Geschöpfe zusammengesetzt. Der beigemengte Kalk oder Thon, welcher diesen Gesteinen ihre Farbe und zum Theil eine technische Wichtigkeit giebt, dient blos als Bindemittel für die organischen Formen.

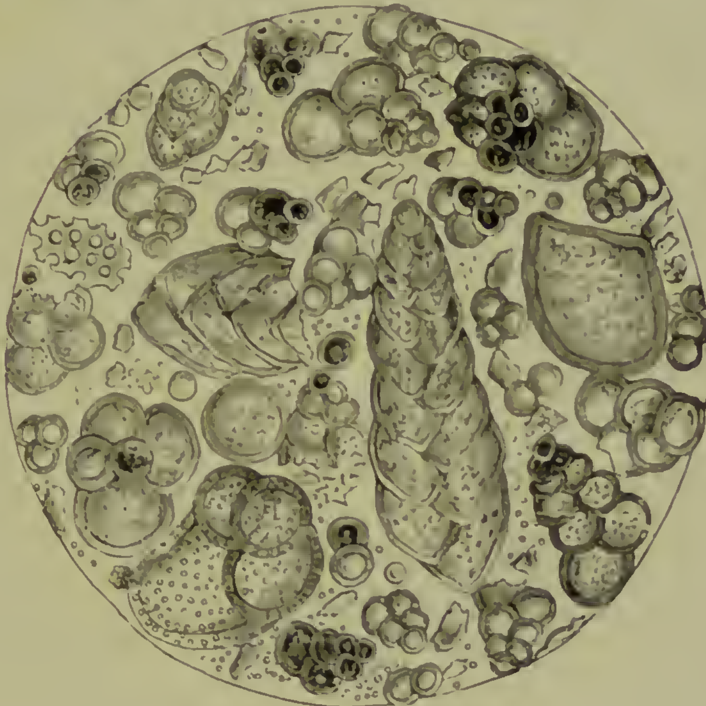


Fig. 37. Kalkfelsen des Antilibanon.

Dasselbe gilt von den Kalkgesteinen der Kreideformation, denn auch sie bestehen fast nur aus mittels Kalk verkitteten organischen Formen. Allein die Zusammensetzung der Kreidekalke ist eine ganz andere als diejenige der Mergel, indem die Diatomeenpanzer in jenen Gesteinen nur in sehr beschränkter Anzahl vorkommen, während die Hauptmasse von Polythalamienschalen gebildet wird. Dies wird sogleich einleuchten, wenn man einen Blick auf die beiden mikroskopischen Bilder Fig. 37 und 38 (s. Seite 83) wirft, von denen das erste ein Stückchen des weißen kreideartigen Kalkes, welcher das Antilibanongebirge in Syrien zusammensetzt, das zweite eine Probe wirklicher Kreide (Schreibekreide) von den Kreidefelsen bei Gravesend in England darstellt. In letzterem erscheinen allerdings noch einige Diatomeenpanzer, nämlich die stab- und spindelförmigen Körper, die verschiedenen Arten der Gattungen Coniorrhapis und Coniostylis angehören, dagegen ist der Kalkfels des Antilibanon gänzlich aus Polythalamienschalen gebildet.

Die Polythalamien bilden die größte und wichtigste Abtheilung der bereits oben geschilderten Foraminiferen oder mit Kalkgehäusen versehenen Rhizopoden. Sie sind und waren sämmtlich Meeresbewohner und ihre Schale ist stets in mehrere Abtheilungen oder Kammern (daher der Ehrenberg'sche Name „Polythalamien", d. h. vielkammerige Thiere) geschieden, deren nach außen gekehrte Wandungen bei den meisten von feinen Löchern durchbohrt sind, welche zum Hindurchstecken der wurzelartigen Gallertfäden des eingeschlossenen Thieres dienen.

Die Kammern der Polythalamiengehäuse sind bald stabförmig an einander gereiht, und zwar in diesem Falle entweder in eine einfache oder auch in zwei in einander greifende Reihen (z. B. das große Gehäuse in der Mitte von Fig. 35) geordnet (stabförmige Polythalamien), bald spiralig oder schneckenhausartig gruppirt (schneckenartige Polythalamien, z. B. die beiden Gehäuse auf der linken Hälfte von Fig. 35 unten), bald in unregelmäßige Haufen zusammengestellt (haufenförmige Polythalamien). Die schneckenhausförmigen Polythalamiengehäuse haben, abgesehen von ihren Größenunterschieden, die größte Aehnlichkeit mit dem ebenfalls gekammerten Gehäuse des zu den sogenannten Kopffüßlern (Cephalopoden), einer Abtheilung der Weichthiere, gehörenden Papiernautilus, doch ist die Polythalamienschale, die kleinen Löcherchen abgerechnet, immer vollkommen geschlossen.

Manche Polythalamiengehäuse haben jedoch nur wenige oder ein einziges Loch in der letzten und größten Kammer. In der frühesten Jugend enthalten die Polythalamienschalen nur eine oder einige wenige Kammern; die vielen Kammern, welche die Schale des ausgewachsenen Thieres zeigt, haben sich nach und nach gebildet. Das erwachsene Thier besteht nämlich aus eben so viel Abtheilungen oder Lappen, welche durch dünne Stränge (Brücken) zusammenhängen, als sein Gehäuse Kammern zeigt. Ehrenberg stellte diese sonderbaren Thiere zu den Polypen unter dem Namen „Schnörkelkorallen", Alcide d'Orbigny erhob sie zu einer selbständigen Thierklasse, die er zwischen Polypen und unvollkommene Strahlthiere setzte, Agassiz rechnete sie zu den Schneckenthieren, Dujardin zu den Infusorien. Die mit den nackten Rhizopoden unserer stehenden Gewässer (s. oben) sehr übereinstimmende Beschaffenheit des Körpers der jetzt lebenden Polythalamien, insbesondere ihre veränderlichen, wurzelartigen Gallertfäden (Pseudopodien) verweisen sie wol mit Recht in die Klasse der Rhizopoden.

Noch gegenwärtig findet sich eine große Menge von Polythalamien in allen Meeren, besonders in der Nähe sandiger Küsten. Hier besteht der sich absetzende feine Sand und Schlamm oft lediglich oder wenigstens großentheils aus den zu Boden gesunkenen Gehäusen abgestorbener Polythalamien. Nach d'Orbigny enthält eine Unze Sand von den Küsten der Antillen durchschnittlich viertehalb Millionen Polythalamiengehäuse.

Ihre jetzige Menge ist jedoch nichts im Vergleich zu den ungeheuren Massen von vorweltlichen Arten, welche zu der Zeit, als die Schichten der so mächtig entwickelten Kreideformation sich bildeten, in dem damaligen Meere gelebt haben müssen. Denn nicht allein die eigentliche, weiche Schreibekreide, welche an den Küsten Englands, Irlands und der Insel Rügen, Schwedens, der dänischen Inseln und anderwärts gewaltige Felsen bildet, besteht der Hauptsache nach aus mit Kalk verkitteten Polythalamienschalen, es gilt dies auch von der Mehrzahl der zur Kreideformation gehörenden und die Hauptmasse derselben ausmachenden Kalke, d. h. von Gesteinen, die ganze Gebirge zusammensetzen, ja bisweilen,

wie in den Pyrenäen, Berge von 3000 bis 4000 Meter Höhe bilden. Dabei sind diese zierlichen Polythalamienschalen so klein, daß ein einziger Kubikzoll Kreide oft Millionen derselben beherbergt, denn ihr Durchmesser beträgt höchstens $^1/_{24}$ Linie und schwankt zwischen dieser Größe und derjenigen von $^1/_{288}$ Linie. Auch hinsichtlich des Formenreichthums stehen die Polythalamien den Diatomeen nur sehr wenig nach, obwol sie weder so zierlich gebaut, noch so durchsichtig sind. Man kennt bereits eine große Menge von Gattungen und viele Hunderte von Arten. So hat Ehrenberg in dem Fig. 37 abgebildeten Kreidekalk vom Antilibanon 43, in der Kreide von Gravesend (Fig. 38) sogar 51 verschiedene Polythalamienarten aufgefunden.



Fig. 38. Kreide von Gravesend.

Die am häufigsten vorkommenden Gattungen sind Textillaria, Rotalia, Globigerina, Planulina und Rosalina. Die große, aus einer Doppelreihe von Kammern bestehende Polythalamienschale in der Mitte von Fig. 37 ist ein Grammostomum spatiosum, eine seltenere Art; die übrigen Gehäuse gehören meist den Geschlechtern Planulina und Textillaria an. In Fig. 38 herrschen Textillarien und Rotalien vor, darunter sind Planulinen gemischt.

Zu den charakteristischen Beimengungen der Kreideschichten gehören bekanntlich die Feuersteinknollen. Diese aus Kieselerde bestehenden Steine umschließen ebenfalls zahlreiche mikroskopische Geschöpfe, und zwar Diatomeen, sowie einige versteinerte Desmidieen. Zu letzteren gehört das in den Feuersteinen ziemlich häufig vorkommende Xanthidium furcatum. Außer dem Feuerstein findet sich in der Kreide, und nicht allein in den Kalken, sondern auch in den Sandsteinen dieser Formation, ein grünliches, in Form von kleinen, verschiedenartig gestalteten Körnchen auftretendes Mineral, welches wegen seiner Farbe den der griechischen Sprache entlehnten Namen Glaukonit erhalten hat.

Oft sind die Glaukonitkörnchen so klein, daß man sie mit bloßem Auge nicht wahrnehmen kann und ihre Gegenwart nur an der grünlichen Farbe erkennt, welche sie dem Gestein ertheilen. Erst vor wenigen Jahren hat nun Ehrenberg entdeckt, daß die Glaukonitkörner nichts Anderes als die „Steinkerne“ von Polythalamienschalen sind. Steinkerne nennt man in der Paläontologie, d. h. in der Wissenschaft, welche sich mit den Ueberresten vorweltlicher Pflanzen und Thiere beschäftigt, Abgüsse der innern Gestaltung hohler Formen, z. B. des innern Raumes von Schneckenhäusern und Muscheln. Solche Steinkerne entstehen dadurch, daß nach dem Ausfaulen des eigentlichen Thierkörpers feiner Schlamm die leere Höhlung des thierischen Gehäuses ausfüllt und letzteres später auf irgend eine Weise zerstört wird und verschwindet.

In geringerem Maße, als die Polythalamien, haben sich am Schichtenbau der Erdrinde die Monothalamien betheiligt. So nannte man eine kleinere Gruppe der Foraminiferen, nämlich diejenigen, deren Gehäuse immer nur einkammerig, das darin befindliche Thier folglich ungetheilt ist. Die Monothalamiengehäuse sind bald beutel- oder flaschenförmig, mit einer einzigen großen Oeffnung, bald kugelig, über und über fein durchlöchert, bald scheibenförmig und uhrfederartig gewunden mit einer einzigen großen Oeffnung. Zu den flaschenförmigen gehört die Gattung Miliola, von welcher eine Art die Hauptmasse des sogenannten Pariser Grobkalks bildet. Eine Unze jenes Kalks, welcher unter andern den Hügel des Montmartre in Paris zusammensetzt, enthält mehrere Millionen solcher Miliolenschalen.

Schon diese Schilderungen werden den Leser überzeugen, welch' bedeutenden Antheil das mikroskopische Leben an dem Schichtenbau der Erde genommen hat. In der That würde die Erde mächtige Gebirge, der Mensch eine Menge der wichtigsten Gesteine und Erdarten entbehren, wäre die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt in früheren Perioden der Erde nicht in so ungeheurem Maßstabe entwickelt gewesen.

Ich erinnere an die vielfach technische Verwendung, welche allein die verschiedenen Varietäten der gemeinen Kreide finden, an die unschätzbare Wichtigkeit der zur Kreideformation gehörenden Kalke und Sandsteine (z. B. des Plänerkalks und Quadersandsteins in Sachsen und Böhmen) als Baumaterialien, an die Nützlichkeit des Polirschiefers und Trippels, an die Bedeutung des Bergmehls für die Bewohner der Polargegenden u. s. w.

Kulturerden, Thon, Lehm, Sand, Guano.

Da so viele Gesteine nichts weiter sind, als Anhäufungen von Leichen mikroskopischer Pflanzen und Thiere, und jene Gesteine fast in allen Gegenden der Erde angetroffen werden, so liegt es auf der Hand, daß auch die an der Oberfläche der Erde befindlichen Bodenarten und erdigen Schichten an sehr vielen Punkten, wenn nicht überall, mit Resten mikroskopischer Geschöpfe mehr oder weniger vermengt sein müssen. Die Mehrzahl jener erdigen Schichten verdankt nämlich ihre Entstehung der Zertrümmerung und Verwitterung fester Gesteine, entweder der unmittelbar darunter liegenden, oder anderer in der Ferne gelegenen,

deren Trümmer durch Wasserfluten später an ihren gegenwärtigen Fundort gebracht und daselbst als Schlamm, Sand und Gerölle abgesetzt wurden. Zu den auf diese Weise entstandenen Bodenarten gehören vorzüglich der Thon, Lehm und Sand, sowie sämmtliche Kulturerden, d. h. der Garten- und Ackerboden. Ehrenberg hat nun viele Ackererden, Thone, Lehme und Sande aus allen Welttheilen untersucht und fast in allen Spuren mikroskopischen Lebens, besonders Diatomeen- und Infusorienpanzer, theils in wohlerhaltenen, theils in abgeschliffenen Exemplaren, theils blos in Bruchstücken, gefunden. Reich an Süßwasserdiatomeen ist z. B. der Ackerboden um Delitzsch, Ehrenberg's Geburtsort, der bekanntlich zu den besten Kulturerden Deutschlands gehört. Dagegen enthält die sandige Ackerkrume in den Umgebungen Berlins nur wenige Reste des mikroskopischen Lebens. Aus den bisher angestellten mikroskopischen Untersuchungen der Kulturerden scheint in der That hervorzugehen, daß bei denselben die Zahl der in ihnen enthaltenen Reste des mikroskopischen Lebens in geradem Verhältnisse zu ihrer Güte stehen, daß also die Ackererde desto fruchtbarer sei, je mehr sie solcher Reste enthalte, desto unergiebiger, je weniger von denselben in ihr gefunden werden. Sollte sich diese Vermuthung als wahr bestätigen, so würde das untergegangene mikroskopische Leben eine neue Wichtigkeit für den Menschen erlangen und das Mikroskop ein untrügliches Mittel werden, um die Güte eines Ackerbodens beurtheilen zu können.

Aermer als die Kulturerden pflegen der Thon, Lehm und Sand an Resten des mikroskopischen Lebens zu sein. So besteht der feine Flugsand vom Rehberge bei Berlin blos aus Quarz- und Feldspaththeilchen ohne alle Beimengung weder von organischen Resten, noch von Glimmer oder Kalk. Ein solcher Sand ist keiner Kultur fähig. Eben so wenig eignet sich der goldführende Sand in Kalifornien zum Ackerbau. Derselbe ist nach Ehrenberg blos aus krystallinischen schwarzen Magneteisentheilchen, aus kleinen sechsseitigen Krystallprismen von verschiedener Farbe (Quarz) und vielen feinen Goldschüppchen zusammengesetzt. Dagegen enthalten alle thonigen Sande neben Sand- und Thontheilchen immer noch einzelne Reste von Diatomeen, Infusorien und anderen mikroskopischen Geschöpfen.

Sehr reich an solchen Resten ist endlich der Guano. Man wird sich davon überzeugen, wenn man sich den beigedruckten Holzschnitt Fig. 39 ansehen will, welcher eine Probe des peruanischen Guano darstellt. In derselben sind nicht weniger als acht verschiedene Formen von Diatomeenpanzern enthalten, von denen die drei runden Scheiben den Gattungen Actinoptychus (1), Aulacodiscus (2) und Coscinodiscus (3) angehören, der vierzackige Körper (4) eine Dictyocha abnormis, der eigenthümlich gezeichnete tafelförmige Körper (5) eine Grammatophora oceanica, der stabförmige Körper (7) ein Lithostylidium ist. Da der Guano lediglich aus Vogelmist besteht, so dürfte das Vorkommen so zahlreicher Diatomeenpanzer darin vielleicht unglaublich erscheinen. Aber gerade die Entstehungsweise des Guano erklärt dessen Reichthum an jenen organischen Resten. Ich brauche blos an unsere Gänse zu erinnern, welche, wie Jedermann weiß, begierig Sand fressen, um sofort das Vorkommen zahlreicher Diatomeenpanzer im Guano begreiflich zu machen. Wahrscheinlich fressen die Vögel, denen der Guano seine Entstehung verdankt, außer ihrer eigentlichen Nahrung Erdarten, welche reich an Diatomeenpanzern sind, vielleicht gar blos aus solchen bestehen,

und da diese Panzer der auflösenden Einwirkung des Magensaftes widerstehen, so müssen sie natürlich mit dem Koth entleert werden. In der That stimmen die von Ehrenberg im peruanischen Guano aufgefundenen Diatomeen mit denjenigen vollkommen überein, welche auf Inseln längs der Küste von Peru in sandig-thonigen Ablagerungen in großer Menge vorkommen. Der Peruguano findet sich bekanntlich vorzüglich auf den zu Peru gehörigen Chincha-Inseln.

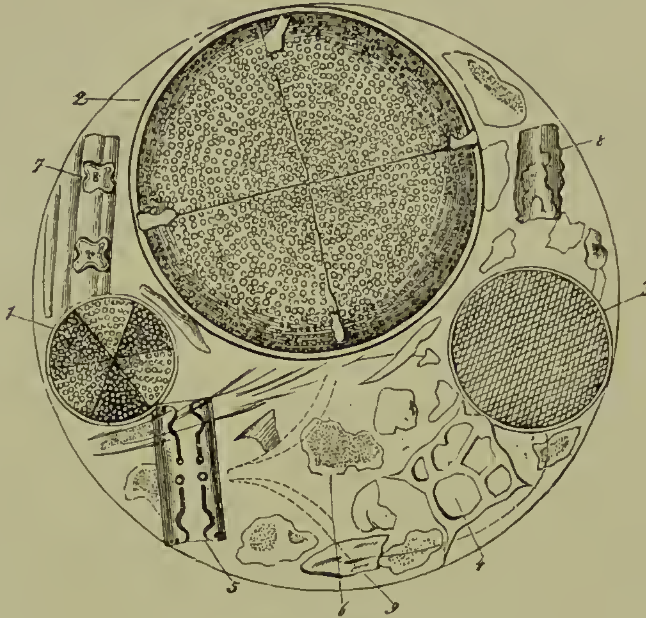


Fig. 39. Guano.

Andere Guanoablagerungen hat man auf mehreren in der Nähe der Küste von Bolivia und Chile gelegenen Inseln, ferner in Patagonien, Labrador, an der südlichen Küste von Afrika, am Vorgebirge der guten Hoffnung und anderwärts aufgefunden. Alle diese verschiedenen und bezüglich ihrer Dungkraft sehr ungleichen Guanosorten enthalten bestimmte, den Ländern, wo sie gefunden werden, eigenthümliche Diatomeenformen. Es ist daher möglich, mittels des Mikroskops die Herkunft einer unbekannten Guanosorte sicher zu bestimmen, sowie etwaige Verfälschungen des Guano zu entdecken.

Dritter Abschnitt.

Die mikroskopische Wunderwelt der Luft.

Nicht blos das Wasser und der Erdboden sind von zahllosen Scharen theils lebender, theils todter mikroskopischer Geschöpfe durchdrungen, auch die atmosphärische Luft ist es in vielen Fällen, vielleicht immer; denn wenn auch die Luft keinem der mikroskopischen Thiere oder Gewächse als bleibender Aufenthalt dienen kann, indem keines jener Geschöpfe aus und in der Luft seine Nahrung aufzunehmen vermag, so wird doch die Luft sehr häufig der „Träger" des mikroskopischen Lebens. Es wurde bereits im ersten Abschnitte angedeutet, daß die eingetrockneten Leiber der Infusorien, welche als feiner grauer Staub auf dem ehemaligen Grunde verdunsteter Pfützen, Lachen und Teiche liegen, durch den Wind emporgehoben und oft über weite Landerstrecken fortgeführt und verstreut werden, wo sie zu neuem Leben erwachen, wenn sie mit Wasser in Berührung kommen. Nicht selten mögen solche Infusorien bereits lebend aus der Luft herabfallen, wenn sie nämlich vom Regen herabgerissen werden, denn gewiß rühren die Infusorien, welche man fast in allen Regenpfützen entdeckt, nicht immer von daselbst vorhanden gewesenen eingetrockneten Infusorienleibern her, sondern von solchen, welche, in den Regentropfen eingeschlossen, aus der Luft herabgefallen sind. Ganz dasselbe kommt auch mit den Diatomeen vor. So hat Dr. Rabenhorst in Dresden mehr als einmal beobachtet, daß das Wasser, welches aus aufgefangenen Schneeflocken entstanden war, von Diatomeen, und zwar von lebenden, wimmelte. Darunter waren Arten, welche um Dresden nicht vorkommen, sondern aus weiter Ferne stammten.

Die von dem Winde in die Atmosphäre zufällig emporgerissenen Diatomeen und Infusorien sind aber nicht die einzigen mikroskopischen Formen, welche man in den aus der Atmosphäre erfolgenden wässerigen und festen Niederschlägen beobachtet; man findet nicht selten noch ganz andere, theils organische, theils unorganische Beimengungen darin, als Pilzsporen, Blütenstaub, mikroskopisch kleine Algen, Krystalle u. s. w. Bisweilen fallen dergleichen mikroskopische Körper in solcher Menge nieder, daß man sie als „Regen" oder „Schnee" bezeichnet, je nachdem diese Niederschläge im Sommer oder Winter, bei Wärme oder Kälte geschehen. Dergleichen Niederschläge eigenthümlicher Art sind die mit dem Namen Schwefelregen, Samenregen, Blutregen, Staubregen, Aschenregen, rother Schnee u. s. w. bezeichneten Erscheinungen, von denen manche, wie namentlich der sogenannte Schwefel- und Blutregen, in früherer Zeit, wo man

deren wirkliche Natur noch nicht kannte, dem Aberglauben reiche Nahrung gewährten. Auch der geehrte Leser wird wahrscheinlich von jenen Erscheinungen schon gehört haben, wenigstens vom Aschenregen, da dieser ja fast bei allen vulkanischen Ausbrüchen vorzukommen pflegt. Man dürfte aber vielleicht noch nicht darüber im Klaren sein, was es eigentlich sowol mit dem Aschenregen, als mit den andern eben genannten Niederschlägen für eine Bewandtniß hat. Ich will daher im Folgenden diese eben so eigenthümlichen als interessanten Erscheinungen näher schildern und den Leser mit der wahren Beschaffenheit derselben, welche uns das Mikroskop kennen lehrt, bekannt machen. Der bessern Uebersicht wegen theile ich die mikroskopische Formen enthaltenden Niederschläge in solche ein, welche entweder ganz und gar oder wenigstens der Hauptmasse nach aus unorganischen Körpern bestehen und höchstens einzelne abgestorbene Leiber mikroskopischer Geschöpfe oder Trümmer und Bruchstücke davon enthalten, und in solche, welche gänzlich oder wenigstens größtentheils aus lebenden mikroskopischen Geschöpfen oder aus Keimen derselben zusammengesetzt sind.

Atmosphärische Niederschläge,

welche aus unorganischen Formen bestehen oder ein Gemenge von unorganischen und organischen Formen sind.

Wir beginnen die Musterung der hierher gehörigen Niederschläge mit — dem Schnee. Ja, mit dem gemeinen Schnee, denn auch dieser ist kein amorpher (formloser) Körper, sondern aus Formen von sehr bestimmter Art, nämlich aus Krystallen, zusammengesetzt. Man kann sich hiervon sehr leicht selbst überzeugen, ohne daß man nöthig hat, zum Mikroskop seine Zuflucht zu nehmen. Man braucht blos im Winter, wenn es bei kalter Witterung schneit, wenn daher der Schnee nicht naß ist und folglich nicht in großen Flocken, sondern in feinen Plättchen herabfällt, die einzelnen Plättchen zu betrachten, welche an unserm Rocke oder Hute haften bleiben. Noch besser ist es, wenn man die herabflatternden Schneeplättchen mit einem dunkel gefärbten und kalten Gegenstande, etwa mit einer Schiefertafel, auffängt. Dann wird man sehen, daß ein jedes solches Schneeplättchen einen in sich abgeschlossenen Körper, nämlich eine höchst regelmäßige und zierliche, mehr oder weniger in sich gegliederte Figur bildet. Schon eine schwache Vergrößerung wird uns belehren, daß diese Figuren, die man fälschlich Schneekrystalle zu nennen pflegt, aus einer großen Menge kleiner nadelförmiger Eiskrystalle bestehen. Fig. 40 zeigt die verschiedenen Formen der sogenannten Schneekrystalle in schwacher Vergrößerung. Die leichte Vergänglichkeit derselben macht es sehr schwer, fast unmöglich, sie längere Zeit unter dem Mikroskop zu beobachten und ein stark vergrößertes Bild davon zu zeichnen. Gelingt aber eine mikroskopische Beobachtung, so sieht man, daß die scheinbaren Eisnadeln oder Stäbchen, aus denen ein jedes Schneeplättchen zusammengesetzt ist, keineswegs Nadeln oder Stäbchen, sondern sechsseitige Doppelpyramiden sind, deren spiegelglatte Flächen das Licht lebhaft reflektiren. Bei starker Vergrößerung gewähren daher die sogenannten Schneekrystalle einen überaus prachtvollen Anblick, aber freilich muß man in den meisten Fällen auf diesen Anblick verzichten, indem die Schneekrystalle eher zerfließen, als man dem Mikroskop die richtige

Einstellung gegeben hat. Die sechsseitige Doppelpyramide ist die gewöhnlich vorkommende Krystallform des Eises, die eigentliche Krystallisationsform (die Grundform) ist aber ein regelmäßiges sechsseitiges Prisma. Diese Eiskrystalle bilden sich, wie überhaupt alle Krystalle, aus unendlich kleinen Theilchen (Molekule, Atome), indem sich letztere nach bestimmten Gesetzen zusammengruppiren. Die Bildung der Eiskrystalle läßt sich unter dem Mikroskop nicht gut beobachten, weil dazu genau eine Temperatur von Nullgrad erforderlich ist. Leicht dagegen kann man die Krystallisation solcher Körper unter dem Mikroskope beobachten, welche nur in heißen Flüssigkeiten auflösbar sind und daraus beim Abkühlen der Flüssigkeit krystallisiren. Dahin gehört z. B. das Sublimat (Quecksilberchlorid), welches sich in kochendem Weingeist sehr leicht auflöst, beim Abkühlen der gesättigten Auflösung aber wieder in schönen vierseitigen Säulen mit zweiflächiger Zuspitzung auskrystallisirt. Der Anblick, den der Krystallisationsprozeß unter dem Mikroskop darbietet, laßt sich nicht beschreiben, ist aber uberaus schön und imponirend. Man sieht Anfangs nichts als ein wasserhelles, vollkommen ruhiges Gesichtsfeld. Urplötzlich fängt dieses Gesichtsfeld sich zu beleben an, indem von allen Seiten her wasserhelle Körperchen blitzschnell nach bestimmten Punkten zusammenschießen und sich daselbst zu kleinen Krystallen vereinigen, welche sich nun fort und fort vergrößern und bisweilen ihre Gestalt wie die Figuren in einem Kaleidoskop unaufhörlich verändern, bis sie ihre völlige Ausbildung und die ihnen von der Natur vorgeschriebene Form erreicht haben.



Fig. 39. Schneekrystalle.

Begreiflicher Weise laßt sich dieser so interessante Vorgang durch eine bildliche Darstellung leider nicht veranschaulichen. Wegen des überraschenden Wechsels der Formen und der außerordentlichen Schönheit der letzteren pflegt das Krystallisiren von Salzen bei den öffentlichen Vorstellungen, welche die Besitzer von Sonnen- und Gasmikroskopen geben, immer eine Hauptrolle zu spielen. Auch andere Körper unorganischen und organischen Ursprungs schlagen sich aus ihren Auflösungen in winzigen Krystallen nieder, welche unter dem Mikroskop oft einen reizenden Anblick gewähren. Wir haben unsern Lesern auf Fig. 40 eine Anzahl solcher Krystallisationen zusammengestellt, um sie auf die Reichhaltigkeit des Wirkens der Natur aufmerksam zu machen, das auch im Reiche des unorganischen herrscht.

Die Figur 41 (Seite 91), Abbildungen 1 — 8, zeigt uns mikroskopisch vergrößerte Krystalle des oxalsauren Kalkes und zwar stellt Abb. 1 die gewöhnliche Art und Weise dar, in welcher sich dieses Salz niederzuschlagen pflegt. Es bildet zunächst sehr kleine Pünktchen und Kügelchen, die sich nach einiger Zeit vergrößern und gruppenweise vereinigen. In Ausscheidungen aus dem menschlichen Körper schlägt sich der oxalsaure Kalk aber in den Formen nieder, welche Abb. 2 darstellt. Andere Formen zeigt er, wenn er sich aus den Säften der Pflanzen ausscheidet; so nimmt er in den Zellen des Pisang jene spitze Nadelform

an, die Abb. 3 zeigt; Abb. 4 stellt Krystallbüschel desselben Stoffes dar, wie sie sich in dem Opuntien-Kaktus finden, Abb. 5 ebensolche aus dem Zelleninhalt der Tradescantie, einer beliebten Ampelpflanze. Gewinnt man den oxalsauren Kalk künstlich aus saurem oxalsauren Kalk, so erhält man eigenthümlich abweichende Gestalten, wie sie unsere Abb. 6, 7 und 8 zeigen. — Die phosphorsaure Ammoniakbittererde, die sich oft in thierischen Substanzen vorfindet, nimmt unter gewöhnlichen Verhältnissen die Formen an, welche Abb. 9 darstellt; befindet sie sich aber in faulenden thierischen Körpern und verliert dabei einen Theil ihres Phosphorgehalts, so krystallisirt sie in Gestalt reizender gefiederter Plättchen, ähnlich den Schneeflocken (Abb. 10). — Auch das Margarin, ein Bestandtheil vieler thierischer Fette (z. B. der Butter, des Schweinefetts), zeigt proteusartig eine verschiedene Gestalt je nach den Verhältnissen, unter denen sich seine Krystalle niederschlagen. Bei seiner technischen Bereitung im Großen scheidet es in länglichen Tafeln (Abb. 11) aus, während man es aus siedendem Alkohol in Gestalt von ungemein feinen Nadeln (Abb. 12) erhält, die sich sternförmig anordnen. Fügt man den letzteren Wasser zu, so gruppiren sie sich zu rundlichen Körpern (Abb. 13) und stellen beim Verdunsten der Flüssigkeit Fetttropfen dar (Abb. 14). Im menschlichen Körper kommt das Margarin als ausfüllender Stoff in bestimmten Zellenpartien vor (Abb. 15). — Die Margarinsäure ordnet sich bei ihrem Auskrystallisiren zu büschelförmigen Strahlen an (Abb. 16); das Gallenfett (Cholestearin), ein Zersetzungsprodukt, welches sich nur im menschlichen und thierischen Körper vorfindet, zeigt sich bei hinreichender Vergrößerung als regelmäßig viereckige Plättchen, wie sie Abb. 17 darstellt.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zu den aus der Atmosphäre erfolgenden Niederschlägen zurück. Wenn es längere Zeit nicht geregnet hat, so ist das zuerst herabfallende Regenwasser gewöhnlich durch den in der Atmosphäre schwebenden Staub verunreinigt. Wo nun infolge großer Trockenheit und Hitze sehr viel Staub durch die Winde von der Oberfläche der Erde weggehoben und in die Luft verstreut worden ist, da kann es geschehen, daß bei eintretendem Regen anstatt Wassertropfen förmliche Staub- oder Schlammflocken herabfallen. Auch kann unter Umständen die von der Atmosphäre getragene Staubmasse unmittelbar, ohne Regen, auf die Erde herabfallen, dann nämlich, wenn in den oberen Luftschichten plötzlich ein nach der Oberfläche der Erde gerichteter Wind entsteht oder, wie es wol der häufigere Fall ist, die über einer Gegend schwebende Staubmasse von Windstößen umgeschüttelt und mit Ungestüm weiter getrieben wird. Auf solche Weise entstehen die sogenannten Staub-, Sand- und Schlammregen, welche oft beobachtet werden. Am häufigsten kommen dergleichen seltsame Niederschläge in den wärmeren Zonen vor. So vergeht in den Umgebungen des Mittelländischen Meeres, besonders an der Südküste von Spanien, der Westküste von Portugal und an der West- und Nordküste von Afrika, wol kein Jahr, ohne daß wiederholt Staubregen einträte und zwar bisweilen in solcher Menge, daß die Vegetation darunter leidet.

Schon im Jahre 1847 hat Ehrenberg nachgewiesen, daß jene Staubregen an den genannten Küsten durch die oberen Strömungen des Passatwindes veranlaßt werden, welche staubartige Theilchen aus Südamerika über den Atlantischen Ozean herüberführen. Aber wie in aller Welt — höre ich den geehrten Leser fragen — ist es möglich, dies nachzuweisen? —



Fig. 41. Krystallgestalten.

Durch die mikroskopische Untersuchung des herabgefallenen Staubes, lautet die Antwort. Ehrenberg hat nämlich gefunden, daß der Staubregen nicht blos aus wirklichem Staube, d. h. aus fein zermalmten Erden und Gesteinen besteht,

sondern demselben stets theils wohlerhaltene Exemplare, theils Bruchstücke von Diatomeen- und Infusorienpanzern, wol auch von Polythalamienschalen und anderen mikroskopischen Formen beigemengt sind. In dem von ihm untersuchten, an der Westküste Afrika's und an den Südküsten Europa's niedergefallenen Staube waren nun fast blos Reste von mikroskopischen Geschöpfen, welche theils lebend, theils fossil bisher einzig und allein in Südamerika beobachtet worden sind. Folglich mußten jene Staubmassen aus Südamerika, vermuthlich aus den dürren, staubigen Steppen in den ungeheuren Ebenen der Llanos von Venezuela oder der Pampas von Buenos-Ayres, nach Afrika und Europa herübergekommen, und dies konnte allerdings blos durch den sogenannten zurückkehrenden Passatwind, welcher in den oberen Luftschichten über dem eigentlichen Passatwind weht, bewirkt worden sein. Man sieht hieraus, welche wichtige Entdeckungen und welche sichere Folgerungen die mikroskopische Forschung zu gewähren vermag. Damit der Leser sich einen Begriff davon machen könne, wie solcher „Passatstaub" aussieht, habe ich aus Ehrenberg's berühmten Werke ein mikroskopisches Bild kopiren lassen, welches die Zusammensetzung des im Oktober 1846 zu Lyon und Genua niedergefallenen Staubregens veranschaulicht (s. Fig. 42). Ehrenberg hat in diesem Staube nicht weniger als 150 verschiedene organische Formen erkannt, deren Mehrzahl unzweifelhaft aus Südamerika stammt. Die meisten dieser Formen sind natürlich sehr abgeschliffen und verstümmelt, einzelne jedoch wohl erhalten. Zu den letzteren gehören in der linken Hälfte des Bildes, welches eine Massenansicht des in Genua niedergefallenen Staubes darbietet, Eunotia amphioxys (a), Gallionella lunulata (c) und Spongiolithis acicularis (d), in der rechten Hälfte, die eine Probe des zu Lyon gesammelten Staubes enthält, die schöne Eunotia longirostris (a), lauter echt südamerikanische Diatomeen. Nicht selten ist der Passatstaub dunkel, schwärzlich, bräunlich oder röthlich, ja ganz roth gefärbt. Wird solcher Staub von herabfallendem Regen aus der Luft auf die Erde herniedergerissen, so müssen natürlicher Weise auch die Wassertropfen oder im Winter die Schneeflocken dieselbe Farbe annehmen. Auf diese Weise entstehen die unter dem Namen Blutregen und rother Schnee bekannten und in früherer Zeit sowie noch jetzt von unwissenden und abergläubischen Menschen und Völkern gefürchteten Erscheinungen, welche hier und da, besonders in den am Mittelländischen Meer gelegenen Ländern, nicht selten beobachtet werden. Was den sogenannten „rothen Schnee" anlangt, so ist zu bemerken, daß derselbe nicht immer durch rothgefärbten Passatstaub bedingt wird, sondern eben so oft, vielleicht noch öfter, durch roth gefärbte lebende Thierchen und mikroskopische Algen. Dies gilt besonders von dem rothen Schnee der Hochalpen und Polargegenden, von dem weiter unten die Rede sein wird. Dagegen beruhte der rothe Schnee, welcher wiederholt in Oberitalien, Istrien, Frankreich, selbst in den Niederlanden, und zwar fallend beobachtet worden ist, ohne Zweifel auf roth gefärbtem Passatstaube. An der Westküste Afrika's erscheint der Passatstaub gewöhnlich sehr dunkelfarbig. Der dort häufig vorkommende Staubregen hat deshalb den Namen Dunkelmeer erhalten. Ein ähnliches Aussehen besitzen die ungeheuren Staubmassen, welche fast alljährlich aus Afrika nach den südspanischen Küstengegenden herüberkommen und daselbst niederfallen, nämlich zu der Zeit, wenn der gefürchtete „Solano" weht. Man versteht unter diesem Namen einen glühend heißen, mit außerordentlicher Heftigkeit stoßweise wehenden Südwind,

welcher im Sommer die Küsten Südspaniens oft heimsucht und sowol wegen seiner Hitze als wegen der Staubmassen, die er mit sich führt und in den Gegenden ausstreut, über welche er hinwegbraust, eben so große Verheerungen anrichtet, wie bei uns ein heftiges Hagelwetter, denn in den Gegenden, über welche der Solano hinwegfährt, pflegt die Vegetation geradezu versengt zu werden. Im Sommer des Jahres 1845 kam ich auf meinen Streifzügen durch das Königreich Granada eines Tages in eine Gegend, welche kurz zuvor von dem Gluthauche des Solano berührt worden war. So weit ich sehen konnte, vermochte ich hier keine Spur mehr von Grün zu entdecken. Die zahlreichen Fruchtbäume und Weinstöcke standen entlaubt da oder waren mit gedörrten, zusammengeschrumpften Blättern bedeckt, welche nur noch lose an ihren Stielen hingen, die krautartigen Pflanzen ganz verdorrt, und Alles erschien von einem schwärzlichen feinen Staube wie eingepudert. Der Mangel eines Mikroskops erlaubte mir leider nicht, diesen Staub zu untersuchen, und die davon genommenen Proben gingen später verloren.

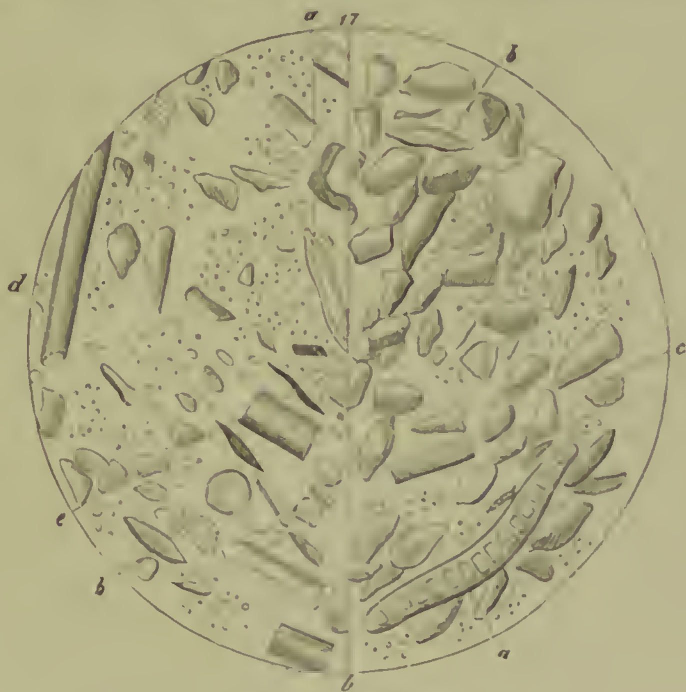


Fig. 42. Passatstaub.

Beiläufig erwähne ich noch, daß der Solano der Spanier derselbe Wind sein soll, welcher in den Wüsten Afrika's die gefürchteten Sandstürme herbeiführt und in Arabien „Samum", in Aegypten „Chamsin", in Senegambien „Harmattan" genannt wird. Auch in Italien tritt ein ähnlicher, nur etwas milderer, aber immerhin noch sehr lästiger Süd- oder Südostwind häufig auf; es ist dies der bekannte „Scirocco". Dieser übersteigt sogar die Alpen und dringt bis in die Schweiz vor, wo man ihn „Föhn" nennt. Auch der Scirocco führt oft so große Staubmassen mit sich, daß er die Luft verdunkelt, eine Erscheinung, welche beim Solano regelmäßig eintritt.

Ganz ähnliche Erscheinungen, wie die bisher betrachteten Staubregen, sind die bei vulkanischen Ausbrüchen so häufig eintretenden, ja fast niemals ausbleibenden Aschen- und Schlammregen, welche schon oft die furchtbarsten

Verheerungen angerichtet, ja den Untergang ganzer Städte herbeigeführt haben. Ich muß hier zunächst bemerken, daß der Name „Aschenregen" eigentlich ein unrichtiger ist, indem die Vulkane niemals wirkliche Asche, sondern immer blos einen aschähnlichen Staub auswerfen. Dieser Staub, welcher bisweilen wirklich eine aschgraue Farbe besitzt, eben so häufig aber auch rothbraun, schwärzlich, bläulich, ja blendend weiß wie Knochenasche aussieht, ist nichts Anderes, als das Produkt der Zertrümmerung und Zermalmung theils großer Gesteinsmassen, welche im Innern des Vulkans bei der Eröffnung des Kraterkanals zersprengt und aus den Eingeweiden der Erde gerissen wurden, theils größerer und kleinerer Lavaklumpen, welche während des Ausbruchs aus dem Krater in die Luft emporgeschleudert werden, wieder in den Krater zurückfallen und hier an den Felsenwänden zerschellen. Diese Ursprungsweise der sogenannten vulkanischen Asche erklärt eine durch Ehrenberg entdeckte Thatsache, welche im ersten Augenblick Jedermann im höchsten Grade auffallend, ja geradezu unmöglich erscheinen muß. Ehrenberg fand nämlich in allen vulkanischen Aschen und Schlammablagerungen, die ihm zu Gebote standen, bei der mikroskopischen Untersuchung eine Menge von theils wohlerhaltenen, theils zertrümmerten Diatomeenpanzern und Resten anderer mikroskopischer Geschöpfe. Will sich der geehrte Leser mit eigenen Augen davon überzeugen, so werfe er einen Blick auf Fig. 43, welche eine Probe vulkanischer Asche von dem am 2. Septbr. 1845 erfolgten Ausbruche des Hekla auf Island nach Ehrenberg darstellt. Die in der obern Hälfte des Bildes befindliche Massenansicht zeigt Obsidiansplitter, Glassplitter, die nicht selten kleine Krystalle einschließen und Bimssteinsplitter, daneben aber auch Diatomeenpanzer und Phytolitharien. In der untern Hälfte des Bildes sind die wichtigsten von den in jener Asche enthaltenen Diatomeenformen zusammengestellt. Wir finden da verschiedene Formen von Navicula (Abb. 1—3), Pinnularia (5—9 u. 25), Eunotia (Abb. 11—16), Gomphonema (Abb. 9 u. 10), eine Cocconeis (Abb. 18), eine Tabellaria (Abb. 21 u. 22), eine Fragillaria (Abb. 23), die bekannte Gallionella distans, welche den Polirschiefer von Bilin bildet (Abb. 24), eine Synedra (Abb. 26) u. s. w. Aehnliches beobachtete Ehrenberg bei der Asche des Vesuv, welche im Jahre 70 nach Christi Geburt die Städte Herculanum, Pompeji und Stabiä verschüttete, sowie an vulkanischem Schlamme aus Südamerika und Java. Das Räthselhafte dieser Erscheinung, das Vorhandensein mikroskopischer Geschöpfe in den Auswürflingen feuerspeiender Berge löst sich, wenn man bedenkt, daß jene Auswürflinge durch die Zermalmung von oft in großer Tiefe befindlichen Gesteinsmassen entstehen. Waren nun jene Gesteinsmassen aus Diatomeenpanzern zusammengesetzt oder enthielten sie wenigstens solche, so muß natürlich auch ihr Zermalmungsprodukt, die sogenannte Asche, mit Diatomeenpanzern in größerem oder geringerem Maße vermengt sein. Nun hat Ehrenberg nachgewiesen, daß selbst in den ältesten geschichteten Steinen, in den Sandsteinen (Grauwacken) der Uebergangsperiode, Diatomeenpanzer gefunden werden, ja daß es fast kein durch Niederschlag aus dem Wasser entstandenes Gestein giebt, welches der Diatomeenpanzer gänzlich entbehrt. Ferner hat er dargelegt, daß selbst in jener fernen Urzeit bereis dieselben Gattungen, zum Theil sogar dieselben Arten von Diatomeen existirten, welche noch jetzt unsere Gewässer bevölkern, endlich, daß selbst durch die größten Hitzegrade die Diatomeenpanzer nicht verändert werden. Hiernach ist es sehr erklärlich, daß in den meisten, wenn nicht in allen Auswürflingen

der Vulkane Reste jener Geschöpfe vorkommen. Die vollkommneren Pflanzen und Thiere, welche in den verschiedenen Schichten der Erde in versteinertem oder verkohltem Zustande angetroffen werden, sind längst ausgestorben und werden deshalb gegenwärtig nicht mehr lebend gefunden. Die vulkanische Asche wird oft hoch in die Luft emporgerissen und vom Winde über weite Länderstrecken, über Hunderte und Tausende von Quadratmeilen verbreitet. Sie fällt entweder von selbst trocken aus der Luft hernieder, dann entsteht ein wirklicher Aschenregen, oder sie wird von den bei vulkanischen Ausbrüchen sehr häufig eintretenden Regengüssen aus der Atmosphäre herabgerissen, und dann erfolgt ein Schlammregen.



Fig. 43. Vulkanische Asche vom Hekla.

Letzterer ist gefährlicher und deshalb in allen vulkanischen Gegenden gefürchteter, als der Aschenregen, indem er alle Gegenstände sofort mit einer zähen festhaltenden Kruste überzieht und deshalb z. B. Pflanzungen sehr bald vernichtet. In welch ungeheurer Menge solcher vulkanischer Staub und Schlamm ausgeworfen werden und aus der Luft herabfallen kann, davon legt das traurige Schicksal der obengenannten römischen Städte einen sprechenden Beweis ab. Nach der Schilderung, welche der berühmte Naturhistoriker Plinius von dieser Katastrophe, bei welcher sein Oheim ums Leben kam (s. Fig. 44), uns hinterlassen hat, fiel damals die Asche so dicht und massenhaft herab, daß der ganze Himmel verfinstert wurde und der Tag sich rasch in dunkle Nacht verwandelte. Noch furchtbarer in ihrer Wirkung sind aber die auf gleiche Weise entstehenden Schlammfluten und Schlammströme, welche bei vulkanischen Ausbrüchen häufig von den Kegeln der Vulkane herabstürzen und unter ihren

schmutzigen Wogen Alles begraben, was ihnen in den Weg kommt. Mit vulkanischen Ausbrüchen ist nämlich fast immer eine Bildung von Gewitterwolken in der unmittelbaren Nähe des Kraters verbunden, aus Ursachen, welche zu erörtern nicht hierher gehört. Solche Wolken entladen sich nun häufig unter Blitz und Donner der in ihnen enthaltenen Wassermassen, welche in wolkenbruchähnlichen Regengüssen auf den Kegel des Berges und in den Krater selbst herniederzustürzen pflegen. Da unmittelbar über dem Krater und dem Berge überhaupt die meiste Asche in der Luft vorhanden sein muß, auch der Kegel eines Vulkans fortwährend von ungeheuren Massen von früher ausgeworfener Asche bedeckt zu sein pflegt, so muß natürlich das herabströmende Regenwasser sich mit diesem losen Staube mengen und sich an den Abhängen des Berges in Schlammströme verwandeln, welche nun wegen der meist steilen Neigung der Bergabhänge mit furchtbarer Gewalt herniederstürzen, Alles, was ihnen in den Weg kommt, niederwerfen und unter ihrem Schlamme begraben. Bisweilen werfen die Vulkane auch selbst aus ihrem Krater Wasser und Schlamm aus, dann nämlich, wenn durch die dem Ausbruch vorhergegangenen Erdbeben unterirdische Wasserbehälter geöffnet und deren Wassern ein Weg in den Kraterschacht gebahnt worden. Dies pflegt namentlich häufig bei den Vulkanen der Philippinen und der Insel Java vorzukommen, die wegen ihrer Schlammausbrüche berüchtigt sind.

Ich kann mir nicht versagen, hier die Schilderungen eines Aschenregens und eines Schlammergusses aus zwei Vulkanen der Insel Java einzuschalten, da dieselben eben so anziehend als belehrend und mit der größten Gewissenhaftigkeit und Wahrheitsliebe abgefaßt sind. Sie rühren nämlich von dem berühmten holländischen Naturforscher Junghuhn her, der bei dem einen Ereigniß, dem Aschenregen, selbst Augenzeuge war. Dieses Ereigniß fand am 4. Januar 1843 infolge eines Ausbruches des Gunung-Guntur, eines der thätigsten Vulkane Java's, statt. „Der Ausbruch — erzählte Junghuhn — nahm des Morgens um 9 Uhr seinen Anfang. Unter heftigen donnernden Schlägen stieg plötzlich eine schwarze Rauchsäule aus dem Krater empor, fuhr ein paar Stunden lang mit ununterbrochener Heftigkeit fort emporzuqualmen und ließ dann allmählich nach, bis sie sich gegen 2 Uhr Nachmittags gänzlich zur Ruhe legte. Dies ist Alles, was man am südöstlichen Fuße des Vulkans wahrnahm. Die Luft blieb dort unverfinstert, und weder Aschen- noch Steinregen fanden statt. Ganz anders waren die Erscheinungen, welche in einer Entfernung von 15 Meilen vom Vulkane auftraten, und welche sich nach später empfangenen Berichten in einem weiten Halbkreise um den Vulkan herum auf einem großen Theile der Insel fast überall auf gleiche Weise darstellten. So wie an den vorhergegangenen Tagen, wehte auch den 4. Januar ein sanfter Ostwind, der sich jedoch schon um 12 Uhr wieder legte und in eine Todtenstille der Luft überging. Der Himmel war ziemlich heiter, nur einzelne geballte Wolken schwammen im Luftmeere in einer Höhe von etwa 1600 Meter; über ihnen schwebten noch einige Schäfchenwolken.

„Kurz nach 1 Uhr zeigte sich am östlichen Horizonte eine sonderbare graue Färbung, welche sich allmählich über einen immer größern Raum ausbreitete, gegen 2 Uhr schon bis in den Zenieth gestiegen war und die ganze östliche Hälfte des Himmels überzog. Wenn ich die Erscheinung Anfangs wenig beachtet und schwere, weit verbreitete Gewitterwolken in ihr vermuthet hatte, so war sie doch nun zu auffallend, um eine solche Erklärung zuzulassen. Ich setzte mich daher

ins Freie und betrachtete mit gespannter Aufmerksamkeit den Himmel. Die bläuliche Färbung der höchsten Luftschichten schritt vom Zenith, von wo sie um zwei Uhr schon über die ganze westliche Hälfte des Himmels bis zum Horizonte herabreichte, immer weiter nach Westen vor, wurde immer dunkler und warf einen sonderbaren bläulich-düstern Schatten auf das schöne grüne Land von Sukabumi, das bei großer Durchsichtigkeit der unteren Luftschichten bis weit in das Dschampanggebirge hinein zu übersehen war.



Fig. 44. Plinius des Aelteren Tod im Aschenregen des Vesuv, bei dessen Ausbruch im Jahre 79 n. Chr.

Dieser bläuliche Teint der Luft, der ganz gleichmäßig war, ohne alle Schattirungen oder Nüancen, wie ein Tuch oder wie eine Scheibe, die sich über die Erde zu ziehen drohte, kontrastirte sonderbar mit den weißen Schäfchenwolken, die unter ihr im Luftmeere schwebten. Dabei war die Todtenstille in der Luft so vollkommen, daß sich auch kein Blättchen rührte und alle lebenden Wesen einen bangen Eindruck zu empfinden schienen: die Hälfte der Gebirgsbewohner stand schweigend und staunte den Himmel an, und die andere Hälfte brachte in abergläubischer Meinung die Reisstampfer in Bewegung, von deren taktmäßigem Klange das Gebirge erschallte, wodurch die Todtenstille, die außerdem herrschte, noch mehr und bänger hervorgehoben wurde.

Auch die Uwauwa-Affen in den alten Rosamala- und Manglitbäumen fingen an zu heulen, und einige Pfauen und Jahovögel flogen aus dem höhern Gebirge krächzend herab. Ein großes Ereigniß schien bevorzustehen und eine finstere Decke sich auf die Welt herabzusenken. Um 3 Uhr war nur noch in Nordwest zwischen Tschitschuruk und dem Gunung-Panggerango ein kleines Segment der Himmelskugel erhellt, der ganze übrige Himmel glich einem indigoblauen Teppiche und warf einen Schatten auf die Erde, der düsterer und düsterer wurde. Nun trübten sich auch die untern Luftschichten über dem Thale von Sukabami, zuerst das Dschampanggebirge, dann das tiefer liegende Thal; sie hüllten sich in düstere, bläulichgraue Nebel, die immer höher am Berggehänge heraufzusteigen drohten. Um 4 Uhr war der letzte lichte Streifen am nordwestlichen Horizonte verschwunden und dunkle Nacht bedeckte das Land. Die Javaner liefen mit Fackeln umher und die Hausbedienten zündeten die Lampen an. Ich wurde irre an meinen Uhren. Die eingetretene Finsterniß war aber eine ganz andere und machte einen ganz verschiedenen Eindruck, als die gewöhnliche Abenddämmerung, welche durch das Sinken der Sonne veranlaßt wird. Denn dort fallen die Schatten der Gegenstände zur Seite, und das meiste Licht dringt immer noch vom Horizonte her über die Gegend; hier aber fielen die Schatten vertikal von oben herab, und alle Gegenstände waren auf ihrer obern Fläche, z. B. auf den Dächern, verhältnißmäßig immer noch mehr erleuchtet als auf ihren Seiten; es war ein eigenthümliches purpurnes Dunkel, das mit der Todtenstille, welche herrschte, auf etwas Außerordentliches deutete. Um $4^1/_2$ Uhr, nachdem die Dunkelheit aufs Höchste gestiegen war, löste sich das Räthsel: — vulkanische Asche fiel sanft und gleichmäßig herab und bildete auf der Oberfläche des Bodens und der Gewächse einen staubigen, grauen, etwas bräunlichen Ueberzug. Dieser Aschenregen fand ohne alle elektrischen Erscheinungen und ohne wässerige Niederschläge statt. Nachdem er eine halbe Stunde lang gleichmäßig angehalten hatte, wurde der Himmel wieder hell, die indigoblaue Luft nahm erst eine mehr graue (braunröthliche) Färbung an und wurde dann immer lichter, so daß gegen sechs Uhr, nachdem der Aschenregen beendet war, die Sonne mit ihrem Scheidestrahl das getröstete Land noch einmal belächelte. Die Asche bestand aus einem sehr feinen Sande, dessen gesättigte graue Farbe einen schwach braunröthlichen Teint hatte, und in dem man mit der Loupe kleine weißliche Stückchen, wahrscheinlich Feldspath oder Glimmer (oder richtiger Diatomeenpanzer?) und andere dergleichen glänzend bläulich-grüne zu erkennen vermochte." Nach Junghuhn's sehr genauen Berechnungen hatte der Gunung-Guntur an jenem Tage mindestens 330 Millionen Centner Asche ausgeworfen, und diese Aschenmasse sich über ein elliptisches Stück Land von $22^1/_2$ geogr. Meilen Länge und beinahe 14 Meilen Breite ausgebreitet! — Dieser Aschenregen that wenig Schaden, weil die Asche ganz allmählich und trocken herabfiel.

Anders verhielt es sich bei dem furchtbaren Ausbruche des Gunung-Gelungung im Oktober 1822. „In den Gegenden südostwärts von dem eben genannten Vulkane — erzählt Junghuhn — zwischen den beiden Flüssen Tschi-Wulan und Tschi-Tandui, die beide der Südküste zuströmen, lag ehedem ein reich bebautes und bevölkertes Land, das sich sanft nach der Seeküste zu abdachte. Es waren die fruchtbaren Ebenen und Berggehänge der Provinz Tasik-Malaja, Indéiang und Singapatna. Sie waren weit und breit mit Reisfeldern bedeckt

und mit Hunderten von Dörfchen, die sich mit den Gruppen ihrer Kokospalmen zerstreut zwischen den Feldern erhoben. Sie waren in allen Richtungen von Wegen durchschnitten, bis zum Fuße der Bergkette hin, und noch weit an den Berggehängen hinauf, wo man zwischen blühenden Kaffeegärten wandelte. Ueber die reich begabten Fluren dieses ewiggrünen Landes ergoß am 8. Oktober 1822 die Mittagssonne ihren durch kein Wölkchen, keinen Nebel geschwächten Strahl. Das ganze Land schien verstummt, die animalische Schöpfung lag in tiefer Ruhe, im schattigsten Dickicht saß die Vögelschar verborgen, und kaum ein Insekt zirpte noch; die Pflanzenwelt hatte alle ihre Blüten aufgethan und dampfte ihr Aroma empor in die Luft, welche, von aufsteigenden Strömen bewegt, am Horizont wellenförmig zitterte. Kein Blatt regte sich, und kaum rauschte zuweilen der höchste Wedel einer Palme, wenn dann und wann ein leises Lüftchen von der Küste her sich erhob. Auch die Menschenwelt ruhte, die Arbeiter hatten ihre Felder verlassen, deren künstliche Wasserspiegel unter dem Sonnenstrahle dampften. Sorglos lagen sie auf den Bali balis ihrer kleinen Hütten ausgestreckt. Das ganze Land lag in tiefer Ruhe und Frieden. Die Bevölkerung hielt ihren Mittagsschlaf, nicht ahnend, nicht träumend, daß einige Augenblicke später aus dem Innern des Gunung Gelungung „schwer und bang" ihr — Grabgesang ertönen würde. — Es war 1 Uhr. Durch plötzliche Erdstöße aus dem Schlafe geweckt, entflohen die Bewohner ihren Hütten. Ein donnerndes, brüllendes Getöse traf ihr Ohr, und Entsetzen bemächtigte sich ihrer, als sie ihre Blicke zum Vulkan wandten und eine schwarze Rauchsäule von ungeheurem Umfange emporschießen, sich mit Blitzesschnelle ausbreiten, den ganzen Himmel überziehen und im Nu den noch eben hellsten Sonnenschein in die finsterste Nacht verwandeln sahen. Jetzt flohen sie bestürzt durch einander, nicht wissend wohin, und ungewiß ihres nächsten Looses. Noch einige Sekunden später und ein paar Tausende von ihnen waren begraben. Sie wurden theils bedeckt vom Schlamm, der in ungeheuren Massen aus der Luft herabfiel, theils kamen sie in den Fluten von heißem Wasser um, das, mit Schlamm und Steintrümmern vermengt, dem Krater in ungeheurer Menge entquoll, das dritthalb Meilen weit im Umkreise Alles überströmte, alle Dörfer, Felder und Wälder vernichtete und in einen dampfenden Pfuhl von bläulich grauer Farbe verwandelte, der mit Kadavern von Menschen und Thieren, mit Häusertrümmern und zerbrochenen Baumstämmen übersät war. Wild brachen durch diese Schlamm- und Trümmermassen die Bäche Tschi Kunir und Tschi-Wulan hindurch; sie waren zu tobenden Fluten angeschwollen, die Alles auf ihrer Bahn zerstörten und weite Ueberschwemmungen verursachten; mit Menschen- und Thierleichen aller Art bedeckt, wälzten sie ihr schlammiges, kochend heißes Wasser der Südküste zu, deren Bewohner, von diesem Anblick entsetzt, die Flucht zu den nächsten Hügeln ergriffen. In das Brausen dieser Bäche, in das Brüllen des Kraters, in das Krachen zersplitterter Wälder, in das Knallen fortgewälzter Felsmassen, die an einander stießen, und in das verzweiflungsvolle Jammergeschrei der Tausende von Menschen, die hülflos ihren Tod vor Augen sahen, dröhnte hoch von oben her der Donner herab, und Blitze fuhren unaufhörlich nach allen Richtungen aus dem dichten Gewölk, das sich weit und breit über dem Gebirge durch die schnelle Verdichtung der Dämpfe gebildet hatte. Erst nach drei Stunden ließ die Heftigkeit des Ausbruches nach, die sich fortwährend auf eine doppelte Weise offenbart hatte, nämlich durch das Hervorquellen von Schlamm-

massen aus dem Krater und durch das Herabfallen von Schlamm-, Aschen- und Steinmassen aus der Luft, als Alles verwüstender Regen. Um 5 Uhr war Alles vorbei. Wie erschöpft von ihren Anstrengungen, versank nun die Natur in Ruhe; es wurde todtenstill, der Himmel wurde heiter, und der Abendstrahl derselben Sonne, die des Mittags über alle Pracht der tropischen Vegetation, über Glück und Luxus geschienen hatte, — jetzt schien er, fast spottend, über einen Schauplatz von Verwüstung, aus dem alles Grün verschwunden war, über meilenlange, schwärzlichgraue Felder von Schlamm und Lava, welche besät waren mit zerknickten Baumstämmen und Kadavern von Menschen und Thieren, die theils verstümmelt und verbrannt aus dem Schlamm hervorragten, theils in den tobenden Fluten des Tschi-Wulan und Tschi-Tanduï dem Meere zutrieben. Dieses Terrain — beleuchtete nun der schönste Abendschein! — Doch noch hatte der Vulkan seine Wuth nicht ganz entladen, noch hatte sich der Kampf der Elemente nicht ausgeglichen, und ein zweiter Ausbruch, noch zerstörender in seinen Wirkungen als der erste, und schrecklicher, da er in finsterer Nacht stattfand, trat 4 Tage später ein und bedrohte das erschrockene Land mit totaler Vernichtung. Um 7 Uhr Abends am 12. Oktober fing unter heftigen Erderschütterungen, wie das erste Mal der Gunung-Gelunggung, wieder an zu brüllen und ungeheure Massen von heißem Schlamm und heißem Wasser auszuspeien. Weit erscholl die ganze Nacht hindurch das Donnern und Brausen der stürzenden Wasser, die Alles, was im vorigen Ausbruch etwa unversehrt und unbegraben geblieben war, mit ihren Fluten überströmten und das bereits hoch aufgethürmte Terrain noch mehr erhöhten. Geängstigt flohen die Javanen, die sich plötzlich rings von Wogen umtobt sahen, ohne einen Ausweg zu finden, auf einige kleine Hügel, welche sich in der Nähe ihrer Dörfer 20 bis 30 Meter hoch erhoben, und auf denen sich unter duftenden Cambodschabäumen die wohlunterhaltenen heiligen Gräber ihrer Eltern und Voreltern befanden. Dort glaubten sie der Vernichtung durch die Fluten zu entgehen, ohne zu bedenken, daß die Hügel, auf denen sie standen, ebenfalls vulkanische Auswurfsmassen waren, emporgethürmt auf den Gräbern vielleicht eines noch frühern Geschlechtes. Immer schaudervoller wälzten sich die dampfend heißen Schlammmassen heran; laut krachend brachen sich die Felsentrümmer und Baumstämme, welche sie in ihrem Strome mit sich gerissen, an dem Abhange der Hügel; immer höher thürmten sich die Fluten empor, immer enger wurde der Raum, auf dem viele Hunderte armer Sterblicher an den Gräbern ihrer Lieben standen und mit hoch erhobenen Händen Rettung vom Himmel erflehten. Welch eitler Wunsch! — Bald schwoll der Schlamm bis zu den Gräbern selbst heran; einige der Hügel wurden überschüttet, andere stürzten ein und brachen zusammen unter dem Drucke des nachstürmenden Schlammes, — mehr als 2000 Menschen kamen so in einer einzigen Nacht ums Leben! Neue Hügel entstanden, ein ganz neues Terrain wurde gebildet, aus dessen Oberfläche nur hier und da der Wipfel einer stehen gebliebenen Kokospalme hervorragte. Der frühere Boden lag nun 12 bis 15 Meter tiefer, und die wenigen Javanen, welche sich aus der Katastrophe dieser Nacht gerettet hatten, vermochten selbst die Stelle der untergegangenen Dörfer nicht mehr zu erkennen. Alle Vegetation war nicht nur an den Abhängen des Vulkans, sondern auch in dem Flachlande, 10 bis 15 Pfähle weit in der Runde, bis auf den letzten Grashalm vernichtet: Alles war von frischem Schlamme überströmt — schwarz und öde."

Atmosphärische Niederschläge,
welche blos aus organischen und zwar lebendigen Formen bestehen.

Hierher gehören der rothe Schnee der Hochalpen und Polarländer, sowie der sogenannte Samen- und Schwefelregen.

Ich habe schon oben bemerkt, daß der rothe Schnee der Hochalpen und Polarländer, welcher dort auf der Oberfläche der Schneefelder unter der Form blutrother Flecke von verschiedener Ausdehnung auftritt, von dem in Italien und auch anderwärts fallenden rothen Schnee unterschieden werden müsse. Der rothe Schnee der Alpen und Polarländer besteht nämlich keineswegs aus röthlich gefärbtem Passatstaub, sondern aus Billionen von Individuen einer mikroskopischen, einzelligen Alge, des Protococcus oder Haematococcus nivalis.

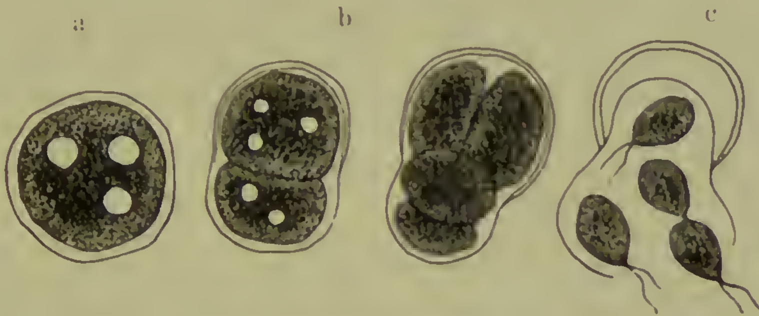


Fig. 45. Haematococcus nivalis.

Fig. 45 stellt eine Probe dieser Algenmassen dar, deren einzelne Individuen als blutroth gefärbte Kügelchen erscheinen. Die Farbe rührt von dem flüssigen Inhalt der rings geschlossenen Blase her, denn diese (die Zellenhaut) ist vollkommen durchsichtig.

Die einen dieser Kügelchen (a) besitzen eine dicke und feste, aus Cellulose gebildete Hüllhaut. Sie repräsentiren den ruhenden Zustand unserer Alge, wie er während der kalten Jahreszeit gefunden wird. Es ist das aber nicht der einzige, der bei der Schneealge vorkommt. Sobald die warmen Sonnenstrahlen auf dieselbe einwirken und den umgebenden Schnee zum Schmelzen bringen, zerfällt der Inhalt der Kügelchen zunächst in zwei und später in vier Ballen (b) die nach einiger Zeit aus der inzwischen geplatzten Hüllhaut hervortreten (c) und dann wie Infusionsthierchen frei in der umgebenden Flüssigkeit umherschwimmen. Die beweglichen Kügelchen sind sog. Schwärmsporen, welche mit Hülfe eines aus zwei schwingenden Haaren bestehenden Lokomotionsapparates eine Zeit lang umherschwimmen und schließlich wieder durch Umlagerung mit einer festen Holzfaserschicht in den ruhenden Zustand zurückkehren.

Bei späterer Gelegenheit wird diese merkwürdige, den Algen in großer Ausdehnung zukommende Fortpflanzungsweise durch thierartig bewegliche Keime noch spezieller von uns geschildert werden. Wir werden dann auch die Ueberzeugung gewinnen, daß unsere einheimische Flora (in den sog. Volvocinen (ganz ähnliche Algenformen aufweist.

Aehnlich wie mit dem rothen Schnee der Alpen und Polarländer verhält es sich mit dem Samenregen. Man beobachtet nämlich bisweilen, daß mit dem Regen eine große Menge kleiner schwarzer Körnchen herabfallen, welche wie kleine Samenkörner aussehen. Die mikroskopische Untersuchung hat aber gezeigt, daß man es nicht mit Samenkörnern, sondern mit einem kleinen Pilze, dem Sclerotium semen, der sich manchmal in ungeheuerster Menge an verwesenden Pflanzen, besonders an Kartoffelkraut und Kohlstengeln bildet, zu thun hat. Noch häufiger hat man Keime von Pilzen, sogenannte „Pilzsporen", welche wir schon im nächsten Abschnitt näher kennen lernen werden, im Regenwasser beobachtet. Da diese jedoch so außerordentlich klein sind, daß sie vom bloßen Auge kaum wahrgenommen werden, so können sie keine auffällige Veränderung der atmosphärischen Niederschläge hervorbringen. Jedenfalls ist aber die Luft fortwährend von Pilzsporen erfüllt, worüber im nächsten Abschnitt gesprochen werden soll.

Eine ganz andere Erscheinung, als der Samenregen, ist der Schwefelregen. Dieser rührt nämlich weder von Pilzen oder Pilzsporen, noch von Algen her, sondern von Blütenstaubkörnchen verschiedener Bäume, am häufigsten vom Blütenstaub der Nadelhölzer, der Palmen, Erlen, Weiden, Pappeln und anderer Bäume und Sträucher mit „getrennten Geschlechtern" (s. den folgenden Abschnitt). Alle diese Gewächse sind nämlich mit einer so ungeheuern Menge von „männlichen" d. h. Staubgefäße enthaltenden Blüten begabt, daß ihr Blütenstaub, sobald der Wind durch ihre Kronen streicht, in Form gelber Wolken entweicht. Wo nun jene Bäume große Waldungen bilden, da kann zur Blütezeit (bei uns im Frühlinge) eine ungeheure Menge von Blütenstaub durch den Wind in die Luft emporgeführt und bis in weite Fernen fortgetrieben werden. Fällt gleichzeitig Regen, so wird der in der Atmosphäre schwebende Blütenstaub durch die Wassertropfen niedergeschlagen und dann erscheinen letztere von demselben gelb gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung einzelner Tropfen verschiedener Schwefelregen würde dem geehrten Leser eine sehr angenehme und lehrreiche Unterhaltung gewähren, denn die Blütenstaubkörnchen sind oft höchst merkwürdig und zierlich gebildet; doch wäre es Ueberfluß, hier eine Schilderung und mikroskopische Abbildungen derselben einzuschalten, da ich im nächsten Abschnitt von diesen in dem Pflanzenleben eine so wichtige Rolle spielenden Organen ausführlich sprechen muß.

Vierter Abschnitt.

Der mikroskopische Bau der Pflanzen.

Bis jetzt habe ich dem geehrten Leser blos rein mikroskopische, d. h. dem unbewaffneten Auge unsichtbare Geschöpfe und Formen gezeigt und ihn mit einer Lebenswelt bekannt gemacht, die uns zwar fortwährend umgiebt und so zu sagen Alles durchdringt, von welcher wir ehedem keine Ahnung hatten, weil die Geschöpfe, aus denen sie besteht, sich unseren Blicken wegen ihrer Kleinheit entziehen. In diesem und den folgenden Abschnitten will ich ihn nun auch in die Wunder einweihen, welche das Mikroskop in der sichtbaren Schöpfung, in der die Oberfläche der Erde bedeckenden und den Schmuck der Landschaften bildenden Pflanzenwelt und in der die Wälder und Auen, die Wasser und Lüfte belebenden Thierwelt, ja in dem Menschen selbst geoffenbart hat. Wir werden es hier vorzugsweise mit den Strukturverhältnissen, d. h. mit dem innern Baue des Pflanzen-, Thier- und Menschenkörpers zu thun haben, indem man ja unter dem Mikroskop blos kleine Körper betrachten kann und die Mehrzahl selbst der kleinsten für das bloße Auge wahrnehmbaren Pflanzen und Thiere noch eine zu bedeutende Größe besitzt, als daß man sie unzertheilt der mikroskopischen Untersuchung unterwerfen könnte. Dennoch giebt es eine ziemliche Menge von sichtbaren Pflanzen und Thieren, welche so klein sind, daß sie sofort, ohne Präparation, unter das Mikroskop gebracht werden können. Diese Geschöpfe, zu denen unter anderen viele Pilze, Algen und Insekten gehören, schließen sich unmittelbar an die eigentlich mikroskopischen Geschöpfe, welche wir in den vorhergehenden Abschnitten kennen gelernt haben, an, dürfen aber mit jenen nicht vereinigt werden, weil sie, mit Ausnahme weniger Algen und Pilze, ungleich höher organisirte, ungleich vollkommenere Wesen sind, als die Diatomeen, Desmidieen, Infusorien und die übrigen Repräsentanten des mikroskopischen Lebens.

In diesem Abschnitte will ich nun zunächst den innern Bau der Pflanzen mit Hülfe mikroskopischer Bilder zu erläutern suchen. Durch die Lektüre desselben dürfte der Leser einen ganz anderen Begriff von der uns umgebenden Pflanzenwelt bekommen, als er vielleicht vorher hatte, denn er wird sich überzeugen, daß auch die unscheinbarste, die unbeachtetste Pflanze, das gemeinste Unkraut eine Welt von Wundern und Räthseln im Innern birgt, indem schon ein einzelnes Blatt, geschweige denn eine ganze Pflanze, kein einfacher Körper, sondern aus vielen Tausenden von mikroskopischen und mitunter höchst merkwürdig geformten

Theilchen zusammengesetzt ist. Diese kleinsten Theilchen nennt man Zellen oder, weil sie die Grundlage des Pflanzenkörpers bilden, weil sie diejenigen Organe sind, aus denen ein jeder Pflanzentheil, er möge eine Gestalt und eine Bestimmung haben, welche er wolle, zusammengesetzt ist, Grund- oder Elementarorgane. Eine jede solche Zelle ist ein gewöhnlich rings geschlossener Körper mit meist biegsamer, weicher Wandung, also ein Säckchen, ein Bläschen oder Schlauch. Man unterscheidet an ihr zwei Bestandtheile: die feste äußere Hülle, die Zellenhaut oder Zellenmembran und den, den innern Hohlraum erfüllenden Zelleninhalt, welcher bald aus flüssigen, bald aus festen Stoffen, bald aus Luft oder aus Gasarten besteht.

Sowol die äußere Form der ganzen Zelle als der innere Bau der Zellenmembran läßt große Verschiedenheit erkennen, wie wir später sehen werden. Vor der Hand genügt es, zu wissen, was unter einer Pflanzenzelle überhaupt verstanden wird. Es giebt nun Pflanzen, welche aus einer einzigen Zelle bestehen, während andere aus mehreren, aus vielen, ja oft aus Millionen und Billionen von Zellen zusammengesetzt sind. Letztere, die mehrzelligen Pflanzen, bilden den bei weitem größten Theil der gesammten Pflanzenwelt, denn zu ihnen gehören sämmtliche Bäume, Sträucher, Kräuter, Gräser, Moose, Flechten und die Mehrzahl der Algen und Pilze. Die einzelligen Gewächse, zu denen einzelne Gruppen der Pilze und Algen gehören, sind meist sehr kleine, ja zum Theil echt mikroskopische Geschöpfe, wie z. B. die bereits geschilderten Diatomeen und Desmidieen, welche man zu den Algen zu rechnen pflegt; einige derselben erreichen jedoch eine ansehnliche Größe, eine Länge von 2 bis zu 28 Centimeter. Es sind dies die einzelligen Algen aus der Gruppe der Caulerpeen, lauter Meeresbewohner. Bei diesen ahmt die Zelle häufig die Form der vollkommensten mehrzelligen Pflanzen nach, indem der Zellenschlauch sich verzweigt und die Zweige eine blattartige Gestalt annehmen, so daß das einzellige Gewächs wie eine in Stamm und Aeste zerfallende und mit Blättern begabte mehrzellige Pflanze aussieht. Was die mehrzelligen Pflanzen anlangt, so treten dieselben nicht allein unter den mannichfaltigsten Formen auf, sondern sind auch in höchst verschiedener Weise aus Zellen zusammengesetzt, die Zellen selbst wieder höchst verschieden gestaltet und in sehr verschiedener Weise ausgebildet. So ist ein Baum innerlich ganz anders organisirt, d. h. aus ganz anders gestalteten Zellen und in ganz anderer Weise aus Zellen zusammengesetzt, als ein Gras, dieses wieder anders als ein Moos, dieses anders als ein Pilz, eine Flechte oder Alge. Mit einem Worte, in jeder der einzelnen Gruppen, in welche das gesammte Gewächsreich naturgemäß zerfällt, besitzt der Pflanzenkörper eine andere innere und äußere Gestaltung, eine andere Organisation, und da letztere immer vollkommener wird, je zusammengesetzter der Pflanzenkörper ist, je mehr und je verschiedenere Glieder er entwickelt, so kann man jene Gruppen des Pflanzenreichs auch als Organisationsstufen des Pflanzenkörpers bezeichnen. Diese Organisationsstufen wollen wir zunächst kennen lernen und sodann uns mit dem Mikroskop in der Hand über den innern Bau des Pflanzenkörpers in einer jeden jener Gruppen näher unterrichten.

Sämmtliche Gewächse der Erde lassen sich nach ihrer Entstehung und Fortpflanzung in zwei Hauptabtheilungen bringen, von denen eine jede wieder in eine Anzahl natürlicher Gruppen zerfällt, nämlich in Samenpflanzen und Sporen-

pflanzen. Bei den ersteren erfolgt die Fortpflanzung durch Samen, d. h. durch aus vielen Zellen verschiedener Art zusammengesetzte Organe von bestimmter Form, welche einen Keim, d. h. eine Anlage der zukünftigen Pflanze, die aus dem Samen hervorgehen soll, enthalten, bei den letzteren dagegen durch sogenannte Sporen. Mit diesem der griechischen Sprache entlehnten Namen belegt man entweder, und dies ist der häufigere Fall, einzelne Zellen, oder kleine aus mehreren unter bestimmter Form mit einander verbundenen Zellen zusammengesetzte Gebilde, welche von der Mutterpflanze in bestimmter Weise erzeugt werden und die Fähigkeit besitzen, unter der Einwirkung bestimmter äußerer Einflüsse fadenförmige Ausstülpungen ihrer Membran (Keimfäden, Keimschläuche) zu entwickeln, aus denen entweder unmittelbar ein der Mutterpflanze gleiches Pflanzen-Individuum hervorgeht oder zunächst eine provisorische Bildung, aus welcher später der eigentliche Pflanzenkörper hervorwächst. Mag nun die Spore einzellig oder mehrzellig sein, niemals enthält sie im Innern einen Keim. Man kann daher die Sporenpflanzen auch keimlose Gewächse nennen. Zu ihnen gehören die unvollkommneren Formen, die niederen Organisationsstufen des Pflanzenkörpers, nämlich die Pilze, Flechten, Algen, Moose, Farne, Schachtelhalme und Bärlappe, oder alle diejenigen Gewächse, welche Linné als Kryptogamen, d. h. Gewächse mit verborgenen Blüten, bezeichnete, weil er glaubte, daß bei ihnen der Fortpflanzungsapparat (die Blüte) verborgen sei. Alle übrigen Gewächse sind Samenpflanzen oder, um mit Linné zu reden, Phanerogamen, d. h. Pflanzen mit deutlich erkennbarem Fortpflanzungsapparat. Diese zerfallen ebenfalls in mehrere Abtheilungen, die wir später kennen lernen werden. In jeder dieser Abtheilungen und Gruppen des Pflanzenreichs besitzt nun der Pflanzenkörper, wie schon bemerkt, eine besondere eigenthümliche Gestaltung, weshalb ich eine jede derselben besonders vorzunehmen habe. Und zwar will ich des bessern und leichtern Verständnisses halber mit den unvollkommensten und daher auch am einfachsten gebauten Gewächsen beginnen, und von diesen nach und nach zu den vollkommensten und zusammengesetztesten emporsteigen.

Die Pilze.

Was Pilze sind, glaubt wol ein Jeder zu wissen. Dennoch würde vielleicht der freundliche Leser die bei weitem größte Anzahl der wirklichen Pilze nicht als solche anzuerkennen geneigt sein. Zu den Pilzen gehören nämlich keineswegs blos diejenigen Gewächse, welche man im gewöhnlichen Leben mit diesem Namen zu belegen pflegt, d. h. die fleischigen Pilze oder Schwämme (die Hutpilze, Morcheln, der Ziegenbart, die Trüffeln und Boviste), sondern eine Menge kleiner, unscheinbarer, oft blos durch das Mikroskop als Gewächse zu erkennender Gebilde, welche dem unbewaffneten Auge bald als feine Fasergeflechte, oder sammtartige Ueberzüge, oder als Büschel von weißen, rosenrothen, grünlichen und schwärzlichen Härchen, bald als pulverige Massen, bald als aus anderen Pflanzen oder aus Thieren hervorbrechende Pusteln und Warzen, als Flecken, Streifen u. s. w. von verschiedener, doch meist von brauner oder schwarzer Farbe erscheinen. Dergleichen Pilze sind der Schimmel, der sogenannte Brand und Rost des Getreides, der Mehlthau und unzählige andere, welche an kranken, verwelkenden und absterbenden

oder bereits abgestorbenen und verwesenden Pflanzen und Thieren und auf pflanzlichen und thierischen Stoffen zur Entwicklung gelangen. Man wird im Herbst wenige welke oder gar abgefallene und verwesende Blätter oder verdorrte Pflanzenstengel finden, auf denen nicht ein Pilz, oft mehrere, vorhanden wären.

Gerade diese unscheinbaren, von dem Laien übersehenen und unbeachteten, weil blos mittels des Mikroskops in ihrer Gestaltung deutlich zu erkennenden Pilzformen sollen uns hier vorzugsweise beschäftigen, indem ihr zarter Körper eine unendliche Mannichfaltigkeit der Form darbietet und oft eine Schönheit besitzt, von welcher das bloße Auge keine Ahnung hat.

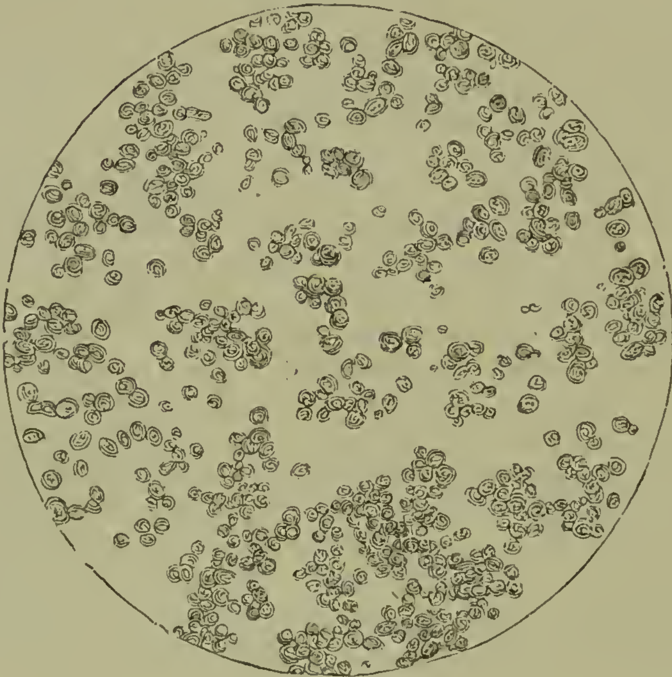


Fig. 46. Gute Bierhefe.

Dazu kommt, daß viele von den mikroskopischen Pilzen sehr schädliche Gewächse sind, indem manche derselben große Verheerungen unter den Feld- und Gartenfrüchten verursachen, andere wieder gefährliche oder lästige Krankheitszustände bei Thieren und selbst beim Menschen hervorzurufen vermögen oder wenigstens als stetige Begleiter von gewissen Krankheitserscheinungen auftreten.

Die niedrigsten und unvollkommensten von allen Pilzformen sind die sogenannten Hefe- oder Gährungspilze, welche in allen gährenden Flüssigkeiten vorhanden sind. Man hat lange der Ansicht gehuldigt, daß die Hefezellen durch „Urzeugung" entstehen; neuere Forschungen haben nachgewiesen, daß sie durch mehrere gemeine, überall vorkommende Schimmelarten (insbesondere durch den Knopfschimmel, Mucor Mucedo, den Astschimmel, Cladosporium herbarum und den Pinselschimmel, Penicillium crustaceum) gebildet werden können, sobald deren Vermehrungszellen unter Bedeckung von gährungsfähiger Flüssigkeit (z. B. Bierwürze) keimen. Dergleichen Schimmel entwickeln nämlich unter bestimmten Verhältnissen, z. B. wenn sie in Flüssigkeiten vegetiren, an den in die Luft sich erhebenden Aesten zahlreiche bestimmt gruppirte Zellen von länglicher Gestalt,

welche sehr bald abfallen und, wenn sie in gährungsfähige Flüssigkeiten gerathen, sofort zu sprossen und infolge dessen die Erscheinungen der Gährung zu veranlassen beginnen. Fig. 47 zeigt bei I einen in Johannisbeersaft wachsenden Astschimmel, welcher bei a a a Hefezellen entwickelt hat, die bei b abgefallen sind und sofort zu sprossen begonnen haben. Alle Hefezellen vermehren sich nämlich durch Sprossung, indem aus der zuerst gebildeten Zelle (Mutterzelle) eine neue Zelle (Tochterzelle) hervorwächst, welche sich sehr bald durch Abschnürung von der Mutterzelle abtrennt und selbständig wird. Sehr häufig legen sich die Hefezellen, welche bei ihrem ersten Auftreten immer eine äußerst zarte Membran und einen schleimig-körnigen Inhalt besitzen, zu perlschnurförmigen Fäden oder Reihen an einander (Fig. 47, II Bieroberhefe, III Essigoberhefe, IV Milchhefe). Jede Hefe besteht also lediglich aus Pilzzellen (Hefezellen), was meine Leser beim Essen von „Hefegebäck" wol schwerlich geahnt haben. Fig. 46 zeigt gute Bierhefe (Bieroberhefe) in 220facher Linearvergrößerung. Die unscheinbaren Gährungspilze spielen folglich eine hochwichtige Rolle im Haushalte der Menschen. Was sollten Brauer und Bäcker anfangen, wenn keine Hefen sich zu bilden vermöchten!



Fig. 47. Hefenerzeugung und Hefenarten.

Aber nicht alle Gährungspilze verdienen die Achtung und Dankbarkeit der Menschen: es giebt auch solche, welche sehr lästig werden, indem sie durch ihre Bildung das Verderben anderer, für den Menschen wichtiger Flüssigkeiten herbeiführen. Dahin gehören diejenigen Gährungspilze, welche das Verderben des Himbeersirups und Fliederwassers, das Sauerwerden der Milch rc. verursachen. Dazu kommt, daß gewisse Hefeformen im Darmkanal von Thieren und Menschen hochgefährliche Krankheiten zu veranlassen vermögen. Es ist dies wenigstens wahrscheinlich, da jene Hefeformen im Darmschleim der Kranken (z. B. bei Typhus, Ruhr, Cholera) beständig vorkommen sollen. Alle Hefezellen bewirken nämlich chemische Zersetzungen in den Flüssigkeiten, in welchen sie aus den hineingerathenen Pilzzellen entstanden sind. Diese chemischen Veränderungen sind aber verschieden nach der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeit, und davon hängt wieder die weitere Ausbildung und die Form der Hefe ab. Nach den Untersuchungen von Karsten haben nämlich die Hefezellen bei vorwiegendem Stickstoffgehalt der gährungsfähigen Flüssigkeit eine mehr kuglige, bei vorherrschendem Kohlenstoffgehalt eine mehr gestreckte Gestalt. Deshalb ist die Bier- und Weinoberhefe eiförmig, die Bier- und Weinunterhefe kuglig, die Essighefe spindelförmig. Professor Hallier in Jena ist durch seine Beobachtungen zu einer abweichenden Ansicht über die Entstehung der Hefe gelangt. Ihm zufolge treten nämlich jene von Schimmelpilzen erzeugten Zellen, wenn dieselben in gährungsfähige Flüssigkeiten gerathen, nicht unmittelbar als Hefezellen auf,

sondern entlassen vielmehr dann eine Menge sehr kleiner Körnchen (Fig. 48 a), welche meist mit eigenthümlicher Bewegung begabt sind, Kernhefe (Micrococcus). Ist die Flüssigkeit zuckerhaltig (z. B. Bierwürze), so blähen sich diese Körnchen auf, wobei sie ihre Bewegung verlieren, und verwandeln sich in Bläschen, welche sich durch Sprossung vermehren (Fig. 48 b) es ist Sproßhefe (eigentliche Hefe, z. B. Bierhefe) entstanden, welche stark geistige Gährung erzeugt. War dagegen die Flüssigkeit sauer oder zur Säurebildung geneigt, so verwandelt sich die Kernhefe durch Streckung der Körnchen in Gliederhefe (Arthrococcus, Fig. 48 c), welche saure Gährung veranlaßt (Essighefe). Jede dieser Hefeformen soll in die andere übergehen können, wenn der durch sie hervorgerufene chemische Prozeß sich ändert. So soll bei der Biergährung aus der Kernhefe der hereingerathenen Pilzsporen zuerst Sproßhefe (Cryptococcus oder Saccharomyces cerevisae) entstehen. Ist der Prozeß der geistigen Gährung beendet und läßt man das Bier an der Luft stehen, so soll sich die Sproßhefe in Gliederhefe umbilden und dadurch das Sauerwerden des Bieres veranlassen. Bei noch längerem Stehenlassen des Bieres an der Luft sollen sodann die Gliederhefezellen kugelrund und durchsichtig werden und Kerne entlassen, welche neue Kernhefe bilden, worauf das saure Bier in Fäulniß übergeht. Wenn nämlich die Kernhefe sich nicht in eine der beiden anderen Hefeformen umzugestalten vermag, so soll sie stets Fäulniß veranlassen. In der That wimmeln alle faulende Substanzen von solchen beweglichen Micrococcuskörnchen. Daß nun diese Gährungsprozesse, zumal die saure und faulige Gährung, wenn sie im Darmkanal von Thieren und Menschen infolge des zufälligen Genusses vieler hefeerzeugender Pilzsporen Krankheiten erzeugen müssen, ist selbstverständlich. Ob aber die oben genannten Krankheiten lediglich durch die Vermehrungszellen gewisser Pilze hervorgebracht werden, ist eine noch keineswegs zum Abschluß gebrachte Sache. Bedeutend schädlich scheint die sogenannte Kolonienhefe zu wirken, welche sich nach Hallier aus den Sporen der Brandpilze entwickelt (Fig. 48 d). Uebrigens hat diese Darstellungsweise Halliers vielfachen Widerspruch von Seiten namhafter Pilzforscher erfahren und dürfte überhaupt noch geraume Zeit vergehen, bevor infolge noch weiterer und gründlicherer Untersuchungen die abweichenden Meinungen über die Entstehung und Fortwicklung der Hefezellen unter sich ausgeglichen und versöhnt sind. Darüber aber, daß die Hefezellen durch Schimmelpilze erzeugt werden, sind wol die meisten Forscher schon gegenwärtig einig.

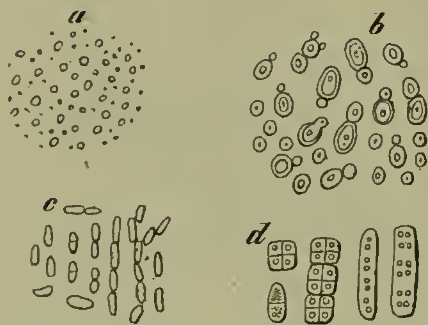


Fig. 48. Hefeformen.

Abgesehen von den Gährungspilzen, welche ja keine selbständigen Organismen sind, besitzt jeder Pilz ein sogenanntes Mycelium, welches die Sporen in sehr verschiedener Weise erzeugt. Mycelium nennt man das sehr verschiedenartig geformte, aus fadenförmigen Zellen oder Zellenreihen (Hyphen, Pilzfäden) bestehende Gebilde, welches aus den Keimschläuchen der gekeimten Pilzsporen sich entwickelt. Dieses meist ganz unbestimmt geformte Gebilde erzeugt nun die Sporen entweder unmittelbar, indem z. B. Zweige des Myceliums sich in Sporenreihen umgestalten oder an ihren Enden Sporen bilden und abschnüren, oder zunächst

Behälter (Sporangien), in denen die Sporen entstehen, oder gar einen recht ansehnlich großen und fast immer bestimmt geformten „Fruchtkörper“, auf oder in welchem die Sporen oder sporenerzeugenden Apparate gebildet werden. So sind z. B. die Trüffeln, die Morcheln und alle Hutpilze die aus den Myceelien der gekeimten Spore jener Pilze hervorgewachsenen Fruchtkörper. Gräbt man einen Fliegenpilz sorgfältig und behutsam aus, so wird man an dem kolbig verdickten Stielende eine Anzahl wurzelartiger, fleischiger Fasern finden; sie sind die Reste des aus einer gekeimten Spore des Fliegenpilzes entstandenen Myceliums, welches den mächtigen Fruchtkörper erzeugt hat.

Theils nach der sehr verschiedenen Bildungsweise der Sporen, theils nach den Verschiedenheiten in der gesammten Entwicklungs- und Lebensweise hat man die überaus umfangreiche Klasse der Pilze in natürliche Gruppen (Ordnungen und Familien) einzutheilen versucht. Ich will hier nur die neueste, vom Professor De Bary herrührende Klassifikation mittheilen, da die älteren Pilzsysteme sich als unhaltbar herausgestellt haben. De Bary nimmt vier Ordnungen von Pilzen an: Algenpilze (Phykomyceten), Hautpilze (Hypodermier), Basidienpilze (Basidiomyceten) und Schlauchpilze (Askomyceten). Die Algenpilze, welche so genannt worden sind, weil sie bezüglich ihrer Entwicklungsweise gewissen Algen (den Saucheriaceen) ähneln, haben ein ungegliedertes, aus einer einzigen mehr oder weniger, oft vielfach verzweigten Zelle bestehendes Myceelium, dessen Zweige unmittelbar Sporen hervorbringen. Viele Algenpilze erzeugen außer gewöhnlichen Sporen auch sogenannte Schwärm- oder Zoosporen (Thiersporen), d. h. mit Wimpern versehene und sich scheinbar willkürlich bewegende, monadenartige Sporen, welche sich im Wasser (oder überhaupt in wässrigen Flüssigkeiten) eine Zeit lang munter bewegen, worauf sie sich festsetzen und sofort keimen, d. h. ihre zarte Membran zu einem Schlauch ausdehnen, welcher sich zu einem Myceelium weiter entwickelt. Dergleichen Schwärmsporen sind zuerst bei vielen Algen entdeckt worden, und eben deshalb hat De Bary die in Rede stehenden Pilze Algenpilze genannt. Die übrigen Pilze vermögen nämlich keine Schwärmsporen zu bilden. Das meist auch ungegliederte, seltener gegliederte Myceelium der Hautpilze (richtiger, unter der Haut lebende Pilze) vegetirt im Innern lebender Pflanzen unter deren Oberhaut und entwickelt einen sporenbildenden Apparat, welcher die Oberhaut der Pflanze durchbricht, worauf die Sporen bald in Form eines losen feinen Pulvers oder Staubes an der Außenfläche der Pflanze auftreten, bald Fleckchen, Streifen, Striche 2c. von feinpulveriger Beschaffenheit bilden. Deshalb nannte man diese Pilze früher „Staubpilze“. Die Pilze der dritten und vierten Ordnung entwickeln aus ihren Myceelien Fruchtkörper, welche bald an ihrer Oberfläche, bald in ihrem Innern die Sporen erzeugenden Apparate bilden. Bei den Basidiomyceten werden die Sporen an der Spitze bestimmt geformter Schlauchzellen (Basidien) durch Abschnürung gebildet, bei den Askomyceten dagegen entstehen sie im Innern schlauchförmiger oder blasiger Zellen (Sporenschläuche, asci). Früher unterschied man eine besondere Ordnung von Pilzen unter dem Namen „Faden- oder Schimmelpilze“ (Hyphomyceten). Die neueren Forschungen haben ergeben, daß die meisten der bis jetzt untersuchten Schimmelarten keine selbständigen Pilze, sondern blos gewisse Fruktifikationsformen anderer Pilze sind, einige aber auch zu den Phykomyceten gehören. Seitdem ist jene Ordnung aufgegeben worden.

Ihrer Lebensweise nach kann man die Pilze in solche eintheilen, welche auf in der Zersetzung begriffenen oder bereits zersetzten (todten, faulenden, verwesenden) organischen Körpern und Substanzen vegetiren und sich von deren Stoffen ernähren, und in solche, welche lebende Pflanzen oder Thiere (unter Umständen auch Menschen) bewohnen und aus deren Säften oder aus andern Bestandtheilen ihre Nahrung ziehen. Pilze der letzteren Kategorie nennt man schmarotzende oder parasitische, und gerade mit diesen wollen wir uns hier eingehender beschäftigen, da viele derselben als Urheber verheerender Krankheiten bei Kulturgewächsen und Kulturthieren dem Menschen sehr großen Schaden zuzufügen vermögen, wozu noch kommt, daß der Mensch auch selbst von Schmarotzerpilzen zu leiden hat, von denen manche höchst lästige, zum Theil ekelhafte Krankheiten veranlassen. Uebrigens läßt sich zwischen den schmarotzenden und nicht schmarotzenden Pilzen keine scharfe Grenze ziehen, da es genug Pilze giebt, welche in verschiedenen Entwicklungszuständen als Schmarotzer und als Nichtschmarotzer auftreten. Alle Pilze ohne Ausnahme stimmen darin überein, daß sie hinsichtlich ihrer Ernährung auf organische (Pflanzen- oder Thier-) Stoffe angewiesen sind und nicht, wie die große Mehrheit aller übrigen Gewächse, anorganische Nahrung aufzunehmen und solche in Pflanzenstoffe umzubilden (zu assimiliren) vermögen. Letzteres Vermögen geht den Pilzen deshalb ab, weil sie kein Pflanzengrün (Chlorophyll) besitzen, denn dieses ist, wovon später die Rede sein soll, der eigentliche Sitz oder Herd der sogenannten Assimilation d. h. Bereitung lebendiger Pflanzensubstanz aus den todten anorganischen, dem Boden und der Luft entnommenen Stoffen. Außer Pflanzengrün fehlt den Pilzen auch eine andere, bei fast allen übrigen Gewächsen vorkommende Substanz, die Stärke (Stärkemehl). Dagegen zeichnen sich die Pilze durch den reichen Stickstoffgehalt ihrer Zellen aus, eine Eigenschaft, welche die Pilze den Thieren nähert (indem der Stickstoff im thierischen Gewebe vorherrscht, während er im echt pflanzlichen Gewebe nur in geringer Menge vorzukommen pflegt) und durch welche die eßbaren Pilze zu einer sehr nährenden Speise werden.

Alle Pilze wirken chemisch zersetzend auf die Substanz ein, auf oder in welcher sie wachsen. Die auf abgestorbenen oder im Absterben begriffenen Pflanzen und auf todten Thieren an der Luft vegetirenden Pilze führen durch ihre chemische Thätigkeit die Verwesung dieser Körper herbei. Andere Pilze, welche auf oder in pflanzlichen oder thierischen Substanzen, (z. B. Obst, eingemachten Früchten, Brot und anderem Gebäck, Speisen aller Art, Fleisch, Butter, Käse, Milch, Dünger, Exkrementen) wachsen, bewirken ebenfalls chemische Veränderungen in diesen Substanzen, welche, je nachdem die Luft hinzutreten kann oder nicht, bald ebenfalls als Verwesungs-, bald als Fäulniß- oder auch als Gährungsprozesse sich geltend machen. Die nicht schmarotzenden Pilze sind also die Beförderer, ja die Erreger, die Veranlasser der Verwesung und Fäulniß, denn es ist fast als bewiesen anzusehen, daß ohne das Hinzutreten, ohne die Einwirkung gewisser Pilze, kein todter Pflanzen- oder Thierleib, keine pflanzliche oder thierische Substanz in Fäulniß gerathen oder der Verwesung anheimfallen kann. Die nicht schmarotzenden Pilze spielen daher eine hochwichtige Rolle im Haushalte der Natur, denn sie vermitteln das Zerfallen der Thier- und Pflanzenleichen in Humus (Dammerde) und tragen hierdurch zur Erhaltung, ja Vermehrung der Nährkraft des Bodens bei. Hierbei betheiligen sich am meisten die

kleineren, die fast mikroskopischen Pilze, ganz besonders die sogenannten Schimmel. Von diesem Gesichtspunkte aufgefaßt, erscheinen die Pilze auch als sehr nützliche Geschöpfe. Freilich werden manche Pilze gerade durch ihre Fäulniß oder Verwesung erregende Wirkung auch sehr schädlich oder wenigstens lästig, wie z. B. der bekannte Hausschwamm (Merulius lacrimans), welcher das Verfaulen feuchten Holzwerkes in neuerbauten Häusern herbeiführt, oder die Schimmel, welche sich auf Speisen, Obst und anderen Dingen ansiedeln und deren Verderben veranlassen. Dieser schädliche Einfluß einzelner Pilze, mag er den Menschen auch noch so empfindlich treffen, steht dennoch in keinem Verhältniß zu dem großen Nutzen, den die übrigen nicht schmarotzenden Pilze als Fäulniß- oder Verwesungserreger schaffen. Aber auch die Schmarotzerpilze, so großen Schaden sie dem Menschen zufügen, haben gewiß eine wichtige Aufgabe im Haushalte der Natur zu erfüllen. Sie können, gleich den Schmarotzerthieren, als Regulatoren für das Ueberhandnehmen besonders fruchtbarer und geselliger Pflanzen- und Thierarten betrachtet werden.

Da alle Pilze hinsichtlich ihrer Ernährung auf organische Substanzen angewiesen sind, da folglich Pilze nur da zu wachsen vermögen, wo es Pflanzen oder Thiere oder von solchen abstammende Stoffe giebt, so läßt sich die wiederholt (zuerst von Endlicher und Unger) aufgestellte Ansicht, die Pilze seien Gewächse sekundärer Entstehung (Hysterophyten), d. h. erst dann entstanden, als Thiere und Pflanzen bereits vorhanden waren, allerdings vertheidigen. Denn selbst die in und auf der Erde wachsenden Pilze, wie die Trüffeln und viele Fleischpilze (Schwämme), leben ausschließlich von den im Boden befindlichen und aus der Zersetzung von Pflanzen und Thieren hervorgegangenen organischen Stoffen. Dagegen muß die auf dieselben Thatsachen gegründete Ansicht, daß die Pilze durch sogenannte Urzeugung aus verwesenden oder verfaulenden Pflanzen- oder Thierstoffen entstehen können, eine Ansicht, welche lange Zeit für wahr gehalten worden ist und von Unkundigen noch gegenwärtig dafür gehalten wird, als völlig irrthümlich bezeichnet werden. Die ungeheure Menge, die außerordentliche Kleinheit, das geringe Gewicht und die Lebensfähigkeit der Pilzsporen machen es erklärlich, sowol daß überallhin Pilzsporen durch den Wind gebracht werden können, als auch, daß wir von diesen in der Luft befindlichen Pilzsporen nichts bemerken, endlich, daß Pilzsporen oder deren Keimfäden in Thiere und Pflanzen eindringen können. Letzteres ist für viele Schmarotzerpilze bereits direkt beobachtet worden. Da aber die Pilze zu ihrer Ernährung bestimmter organischer Stoffe bedürfen, so werden ihre Sporen begreiflicher Weise nur da keimen können, wo sie jene Stoffe vorfinden (wenn sie gerade auf diejenigen Substanzen gerathen, auf oder in denen allein sie zu vegetiren vermögen) und folglich unzählbare Millionen von Sporen zu Grunde gehen müssen. Aus diesem Grunde hat aber die Natur, welche bei Verfolgung ihrer Zwecke niemals haushälterisch zu Werke zu gehen, sondern immer aus dem Vollen zu wirthschaften pflegt, auch dafür Sorge getragen, daß es an Keimen nicht mangele: denn bezüglich massenhafter Entwicklung von Sporen thun es die Pilze allen übrigen Sporengewächsen zuvor. Hat der Leser einmal das Wüthen des mit Recht gefürchteten Hausschwammes beobachtet, so wird er sich überzeugt haben, welche Unmassen Sporen dieser Pilz zu entwickeln vermag. Aus solchen besteht nämlich das feine fleischrothe Pulver, welches vielleicht jeden Morgen Dielen, Tische und Stühle bedeckt und trotz

unaufhörlichen Abwischens und Ausfegens nicht verschwinden will. Unter begünstigenden Umständen (z. B. bei reichlich vorhandener Nahrung und bei anhaltend feuchtem Wetter, welches das Keimen der Sporen beschleunigt) vermögen sich daher auch die Pilze unglaublich rasch zu vermehren. Ebenso fabelhaft schnell, wie die Vermehrung, erfolgt auch das Wachsen vieler Pilze. Eines der auffallendsten Beispiele hierfür bietet der Riesenbovist (Bovista gigantea) dar. Der Fruchtkörper dieses in Weinbergen (z. B. bei Dresden) häufig vorkommenden Pilzes pflegt nämlich während einer warmen, feuchten Sommernacht aus dem Boden emporzuschießen und sich binnen acht bis zehn Stunden von der Größe einer Erbse bis zu derjenigen eines Kinderkopfes auszudehnen. Nur die harten, holzigen, an Baumstämmen wachsenden Arten der Löcherpilze (Polyporus) und Wirrpilze (Daedalea), von denen einige bisweilen ein hundertjähriges, ja höheres Alter erreichen, wachsen sehr langsam. Diese setzen auch wegen ihres sehr festen, holzigen Gewebes den zerstörenden Einflüssen der Luft, des Regens, der Hitze und Kälte großen Widerstand entgegen, während die meisten übrigen Pilze vergängliche Gebilde sind.

Wir wollen nun die einzelnen Ordnungen und Gruppen und einige der interessantesten und wichtigsten Arten der Pilze genauer kennen lernen. Aus der Ordnung der Algenpilze, welche aus lauter schimmelartigen und fast mikroskopischen Pilzen besteht, verdient besonders die Familie der Peronosporeen unsere Beachtung, weil dieselbe aus lauter Schmarotzerpilzen besteht und zu ihr auch jener Parasit gehört, welcher die eigentliche Ursache der mit Recht gefürchteten Kartoffelkrankheit ist. Die Peronosporeen schmarotzen der Mehrzahl nach in Kräutern, deren Verderben sie binnen Kurzem herbeiführen. Allein von der Gattung Peronospora hat De Bary 43 Arten untersucht und beschrieben, welche auf Pflanzen aus 28 Familien des Gewächsreiches schmarotzen. Manche Arten vermögen nur auf einer bestimmten Nährpflanze zu vegetiren (z. B. P. Cyparissiae nur auf der gemeinen Wolfsmilch, Euphorbia Cyparissias), andere kommen gleichzeitig auf mehreren verschiedenen Nährpflanzen fort. Unter den Kulturpflanzen sind außer der Kartoffel das Körbelkraut, die Petersilie, der Kopfsalat, der Endiviensalat, der Spinat, die gemeine Erbse, die Futterwicke, der Mohn, Dotter, Wau, der Rapünzchensalat, die gemeine Gartenzwiebel und der Weinstock den Angriffen von Arten dieser Gattung ausgesetzt. Die an der Oberfläche der Nährpflanzen erscheinenden sporenabschnürenden Zweige des im Innern der Pflanze wuchernden Myceliums bilden häufig weiße, mehl- oder schimmelartige Ueberzüge, und dann pflegt man von solchen Pflanzen zu sagen, sie seien vom Mehlthau befallen. Der Leser wird aber später hören, daß man in der Wissenschaft unter Mehlthau eine ganz andere Pilzgattung versteht, als Peronospora. Zu letzterer gehört auch der Kartoffelpilz (P. infestans). Die Kartoffelkrankheit, welche bekanntlich in Deutschland zuerst im J. 1843 als weit verbreitete Krankheit auftrat, offenbart sich zunächst durch mißfarbene Flecke an den Blättern, die bald bräunlich und zuletzt dunkelbraun bis schwarz werden. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die Ränder dieser Flecke mit äußerst zarten, feinen Schimmelfäden bedeckt sind, welche meist in drei Zweige getheilt erscheinen und an ihren Enden citronförmige Sporen tragen (Fig. 49 a). Diese Zweige pflegen aus den Spaltöffnungen (s. unten) der Blattoberhaut hervorgewachsen zu sein und zwar gewöhnlich je drei aus einer Spaltöffnung. Sie sind nichts Anderes,

als Verlängerungen eines vielfach verzweigten Myceliums, das im Innern der Blätter, Aeste und Stengel der Kartoffelpflanze wuchert und das Absterben, Braunwerden und Verwesen der Zellen, mit denen es in Berührung kommt, veranlaßt, jedoch erst um die Zeit, wo die Sporen gebildet werden. Man hat lange geglaubt, und viele Leute glauben noch heute, daß dieser Kartoffelkrautpilz erst infolge einer Erkrankung der Kartoffelpflanze entstehe. Diese Ansicht läßt sich aber mit den Ergebnissen der neuesten Forschungen über die Entwicklungsgeschichte dieses Schmarotzers und seine Einwirkung auf die Kartoffelpflanze durchaus nicht vereinigen. Der wahre Sachverhalt ist in Kurzem folgender: Die citronenförmigen Sporen des Kartoffelkrautschimmels öffnen sich unter dem Einfluß von Feuchtigkeit (Thau, Regen) an der Spitze und entlassen Schwärmsporen, welche sich mittels ihrer beiden langen Wimpern eine Zeit lang im Wasser lebhaft bewegen, hierauf sich auf der Oberfläche des Blattes oder Stengels festsetzen und einen Keimschlauch treiben, der mit seiner Spitze die Oberhaut der Pflanze durchbricht und in deren innerem Gewebe das Mycelium des Schimmels entwickelt (Fig. 51). Bisweilen treiben auch die Sporen selbst unmittelbar einen Keimschlauch, der sich in das Mycelium verwandelt. Dies geschieht besonders häufig an der Oberfläche der Kartoffelknollen. In der Regel nämlich werden die Knollen dadurch krank, daß die von den mit den Schimmelräschen der Peronospora besetzten Blättern abfallenden Sporen in den Boden und mit dem einsickernden Regenwasser bis zu den Knollen gerathen, an deren Oberfläche sie dann keimen. Bei der ungemeinen Leichtigkeit dieser Sporen und der fabelhaften Menge derselben (ein von dem Schimmel befallenes Stengelstück von 2 Centim. Länge vermag bis 15,000, ein Stückchen Kartoffelblatt von 1 Quadratmillimeter Größe über 3000 Sporen zu entwickeln) ist es leicht möglich, daß die Sporen durch den Wind überall hin verstreut werden können und daß eine einzige kranke Kartoffelpflanze ein ganzes Feld, ja eine ganze Gegend anzustecken vermag. Die Sporen pflanzen aber den Pilz nicht von einem Jahre zum andern fort, denn sie gehen durch die Winterkälte zu Grunde. Vielmehr wird der Pilz durch das in den Knollen überwinternde Mycelium vom Herbst bis zum folgenden Frühlinge erhalten. Nicht immer nämlich faulen die erkrankten Knollen. Wenn bald nach der Infizirung trockene Witterung eintritt oder die infizirten Knollen schnell geerntet und trocken gehalten werden, so schreitet die Krankheit nicht fort, d. h. das in den Knollen steckende Mycelium entwickelt sich nicht weiter, die erkrankte Stelle umgiebt sich wol auch mit einer Korkschicht. Man kann aber aus solchen partiell erkrankten Knollen, die sogar ganz gesund aussehen können, zu jeder Zeit des Winters die Fruchtträger der Peronospora hervortreiben, wenn man die Knollen angefeuchtet unter einer Glasglocke einer Temperatur von 15—20° R. aussetzt. Das überwinternde Mycelium wächst aber im Frühling in die aus der Knolle hervorkommende Pflanze hinein (wenn die Knolle in den Boden gelegt wird) und mit derselben fort, ohne ihr zu schaden, bis gegen die Zeit der Kartoffelblüte, wo sich plötzlich aus den bis in die Blätter gedrungenen Myceliumfäden die Fruchtträger entwickeln, worauf die Krautfäule beginnt. Es ist nämlich festgestellt, daß der in der Pflanze steckende Pilz erst zur Zeit seiner Fruktifikation derselben nachtheilig wird, eine Erscheinung, die man auch bei anderen parasitischen Pilzen beobachtet hat. Da durch anhaltende Trockenheit oder durch eine hohe Temperatur (Hitze) sowol die Sporen als das in den Knollen steckende Mycelium

vernichtet (d. h. ihrer Lebensfähigkeit beraubt) werden, so dürfte ein vorsichtiges Dörren der Saatkartoffeln, welches das etwa darin steckende Mycelium tödtet, ohne die Keimfähigkeit der Augen (Knospen) zu beeinträchtigen, das sicherste Vorbeugungsmittel gegen die Krankheit sein. Freilich kann Niemand verhindern, daß aus irgend einer Gegend von irgend einer kranken Kartoffelpflanze her während des Sommers Sporen durch den Wind auf ein ganz gesundes Kartoffelfeld getrieben werden. Uebrigens keimen dergleichen Sporen nur unter dem Einfluß von Wärme und namentlich anhaltender Feuchtigkeit. In trockenen Sommern vermag sich deshalb die Kartoffelkrankheit wenig oder gar nicht zu entwickeln.

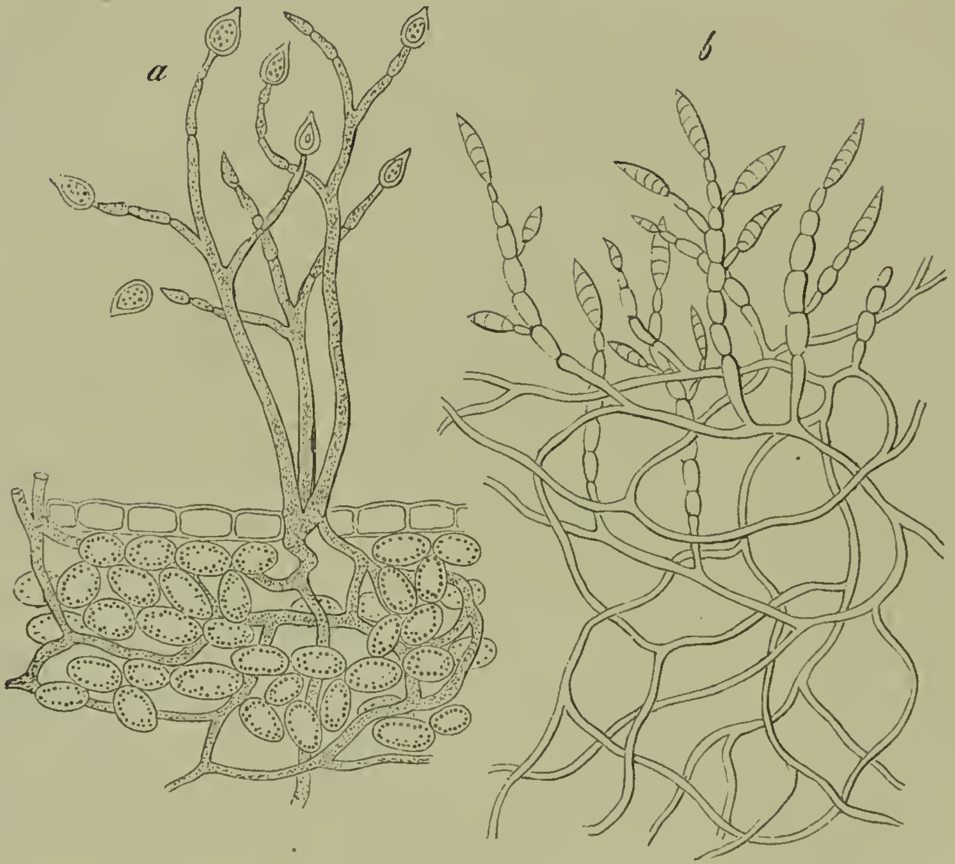


Fig. 49. Kartoffelschimmel.

Die Krankheit der Knollen beginnt, wenn sie überhaupt zum Ausbruch gelangt, meist etwas später als das Erkranken des Laubes. Wie bei letzterem, so zeigt sich auch an den Knollen der Anfang des Erkranktseins unter der Form kleiner bräunlicher Flecken, die sich allmählich vergrößern und unter welchen ein nach innen vorschreitender Fäulnißprozeß thätig ist. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß das zartwandige Zellgewebe der erkrankten Kartoffel unter den braunen Flecken und innerhalb der ebenfalls gebräunten Partien des Knollenfleisches von zahllosen Pilzfäden durchzogen ist, welche innerhalb der Zellen mit keulenförmigen Zweigen enden. Einzelne dieser Zweige verwandeln sich bisweilen in perlschnurförmige Reihen sporenähnlicher Zellen (Fig. 50 a). Es sind dies sogenannte Conidien, Vermehrungszellen, welche auch bei vielen andern Pilzen vorkommen

und ebenfalls zu keimen und neue Mycelien zu entwickeln vermögen. Einzelne der in die Zellen eingedrungenen Pilzfäden breiten sich auf den hier befindlichen Stärkemehlkörnern strahlenförmig aus oder umschlingen diese Körner, worauf letztere ausgesaugt werden und endlich in Jauche zerfließen, wie auch die Wandungen der Zellen. Dieses in den erkrankten Knollen wuchernde und deren Fäulniß herbeiführende Pilzgeflecht ist nichts Anderes als das Mycelium, welches aus den durch die Schale der Kartoffel gewaltsam eingedrungenen Keimschläuchen der auswendig gekeimten Sporen des Kartoffelkrautpilzes sich entwickelt hat.

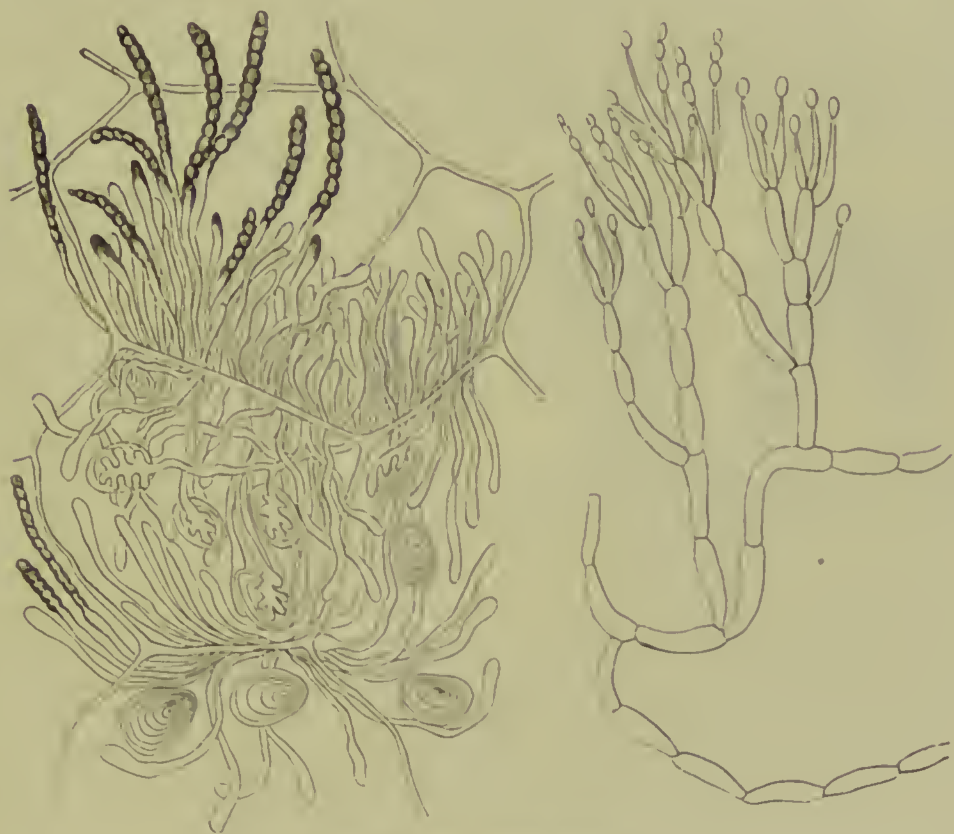


Fig. 50. Kartoffelschimmel.

In sogenannten rothen Kartoffeln nimmt dieses Mycelium häufig eine schön violette oder purpurne Färbung an. Diese gefärbte Form hat Schacht, dem wir eine werthvolle Untersuchung über die Kartoffelkrankheit verdanken, für einen eigenen Pilz gehalten und sie Oidium violaceum genannt. Durch das Faulen des Kartoffelgewebes wird der Pilz, der es veranlaßt hat, bald selbst vernichtet. An dem Zerstörungswerke betheiligen sich nun auch andere sogenannte Schimmelpilze, welche mit dem Kartoffelpilz keine Verwandtschaft oder sonstige Gemeinschaft haben, insbesondere das Fusidium Solani (Fig. 49 b), dessen spindelförmige, mehrzellige Sporen sich an den aus der faulen Kartoffel hervorgedrungenen Mycelzweigen, oft auch an der Oberfläche der Knolle, in großer Menge entwickeln, aber nur dann, wenn die faulende Kartoffel der Luft ausgesetzt liegt.

Die gegliederten, Sporen erzeugenden Hyphen bilden dann dicke weiße Schimmelpolster auf der Oberfläche der faulenden Kartoffel, welche unter dem Einflusse dieses Schimmels rasch zusammenschrumpft und verwest. Alle echten Schimmel vermögen nämlich nur an der Luft zu fruktifiziren und veranlassen dann die Verwesung des organischen Körpers, auf oder in dem sie sich angesiedelt haben. Ein anderer Schimmel, Spicaria Solani (Fig. 50 b) erscheint nicht selten auf sogenannten trockenfaulen Kartoffeln, d. h. bei erkrankten Kartoffeln, wo die vom Kartoffelpilz infizirten Stellen sich mit Korkgewebe umgeben haben, dadurch von den noch gesunden Theilen isolirt werden und zu einer elastischen, derben, braunen Masse zusammengeschrumpft sind. Auf solchen trockenfaulen Stellen bildet der genannte, sehr zierlich geformte Schimmel kleine schneeweiße Polster. Es sei hierbei bemerkt, daß die Form der „trockenen Fäule" (eine höchst unpassende Bezeichnung!) sich dann auszubilden scheint, wenn das Umsichgreifen des in die Kartoffel eingedrungenen Pilzes durch eingetretene und anhaltende Trockenheit oder dadurch unterbrochen wird, daß die Kartoffel aus dem Boden genommen und an einem trocknen Orte aufbewahrt wird. — Die hier in aller Kürze mitgetheilten Aufschlüsse über die Kartoffelkrankheit verdanken wir vorzüglich zwei deutschen Forschern, dem Dr. Speerschneider in Blankenburg bei Rudolstadt und dem schon mehrfach genannten Prof. De Bary, jetzt in Straßburg. Ersterem gelang es zuerst (1856), durch Uebertragung der citronförmigen Sporen des Kartoffelkrautpilzes auf vollkommen gesunde, aber noch junge und zartschalige Kartoffelknollen deren Erkranken künstlich zu veranlassen. Seine zahlreichen Experimente, sowie diejenigen Anderer über das Keimen der Peronospora-Sporen auf frischen gesunden Kartoffelblättern und über das Eindringen der aus den Schwärmsporen hervorgegangenen Keimschläuche in solche Blätter sowie in gesunde Knollen sind von De Bary wiederholt und bestätigt worden. Schließlich sei erwähnt, daß es mehr als wahrscheinlich ist, daß der Kartoffelpilz aus Südamerika — der bekannten Heimat der Kartoffelpflanze — stammt und irgend einmal zufällig mit kranken Knollen von dort oder aus Nordamerika nach Europa verschleppt worden sein mag, da schon zur Zeit der Eroberung Peru's durch die Spanier die dort damals bereits im großen Maßstabe und seit Jahrhunderten kultivirten Kartoffeln in nassen Jahren häufig an Kraut- und Knollenfäule gelitten zu haben scheinen. Dafür spricht auch die interessante Thatsache, daß es nicht gelungen ist, durch Uebertragung der Sporen des Kartoffelpilzes auf die heimischen Arten der Gattung Solanum, zu welcher die Kartoffelpflanze (Solanum tuberosum) gehört, ein Erkranken des Laubes herbeizuführen, wohl aber auf mit der Kartoffelpflanze nahe verwandte südamerikanische Arten (z. B. bei dem Liebesapfel, S. Lycopersicum), wo die aus den Schwärmsporen hervorgegangenen Keimschläuche in derselben Weise, wie auf den Kartoffelblättern, in die Blätter eindringen und in deren Innerem ein Mycelium entwickeln.

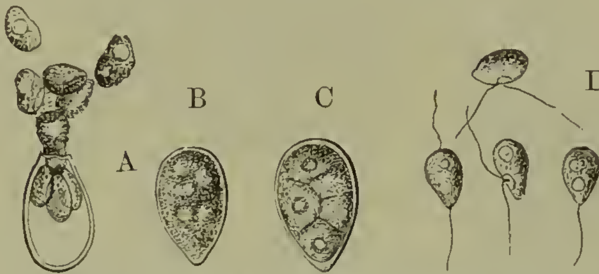


Fig. 51. Entwicklung der Sporen des Kartoffelpilzes. A Die einfache Spore. B Theilung derselben in polyedrige Stücke. C Austreten der letzteren. D Verwandlung in Zoosporen (Schwärmsporen).

Der Kartoffelpilz bringt nur die beschriebenen citronförmigen Sporen hervor (Fig. 51), welche in der Regel Schwärmsporen erzeugen und sehr vergängliche Gebilde sind, da sie sowol durch Hitze als durch Kälte vernichtet werden. Man nennt dergleichen auch bei vielen andern Pilzen vorkommende Sporen, welche während des Sommers gebildet werden und die Bestimmung haben, die rasche Vermehrung des Pilzes zu vermitteln, „Sommersporen", wol auch Conidien. Die meisten andern Arten der Gattung Peronospora erzeugen auch „Winter"- oder „Dauersporen", d. h. dickschalige Sporen, welche erst zu keimen vermögen, wenn sie überwintert haben und durch welche daher die betreffende Pilzart von einem Jahre zum andern erhalten wird. Die Bildung dieser Dauersporen ist ein höchst merkwürdiger Vorgang. Fig. 52 zeigt denselben bei P. Alsinearum. Aus einem Myceliumfaden sproßt ein kurzer Zweig hervor, welcher an seiner Spitze eine große, mit einer feinkörnigen Masse (Protoplasma, s. unten) dicht angefüllte Kugelzelle entwickelt. Hierauf wächst entweder aus demselben oder aus einem benachbarten Myceliumfaden ein ähnlicher Zweig hervor, welcher eine längliche kleinere Zelle an seinem Ende bildet. Letztere (Fig. 52 a, I) legt sich an die große Kugelzelle an, worauf aus ihr ein schnabelförmiger Fortsatz hervorwächst, welcher die Wandung der Kugelzelle durchbricht (Fig. 52 II). Infolge davon zieht sich der größte Theil des Inhalts der Kugelzelle kuglig zusammen und umgiebt sich mit einer zarten Haut, die sich dann später verdickt. Nachdem hierauf sich aus dem noch übrigen Inhalt der kugligen Mutterzelle noch eine zweite, die Tochterkugel umhüllende Haut gebildet hat, ist die Dauerspore fertig, welche nun innerhalb der wässrigen Flüssigkeit der Mutterzelle suspendirt liegt und schließlich durch Auflösung der Haut der Mutterzelle frei wird. Der geschilderte Vorgang ist ein Zeugungsprozeß. Die kuglige Mutterzelle (Oogonium) muß als eine weibliche, die kleinere längliche als eine männliche Zelle (Antheridium) betrachtet werden. Durch das Hineinwachsen des schnabelförmigen Fortsatzes des Antheridium wird die weibliche Zelle befähigt, ihren Inhalt zu einer keimfähigen Dauerspore umzubilden. Die auf solche Weise entstandenen Dauersporen werden Oosporen (Eisporen) genannt. Noch sei bemerkt, daß sich bei den betreffenden Peronospora-Arten die Oogonien nur innerhalb des Gewebes der Nährpflanze an dem hier schmarotzenden Mycelium entwickeln, niemals an durch die Oberhaut der Nährpflanze hervorgetretenen Mycelzweigen.



Fig. 52 Bildung von Oosporen.

Eine zweite, nicht minder wunderbare Bildung von Dauersporen kommt bei einigen Pilzen aus den ebenfalls zu den Algenpilzen gehörenden Mucorineen vor. Fig. 53 a zeigt zwei benachbarte Myceliumfäden des auf todten oder absterbenden Pflanzentheilen, besonders auf saftigen Früchten (z. B. Kirschen, Beeren) häufig vorkommenden Mucor stolonifer oder Rhizopus nigricans, von denen ein jeder einen kurzen Seitenzweig getrieben hat, der auf den andern

zugewachsen ist. Die an einander stoßenden Zweige schwellen blasig an und verlängern sich zugleich (Fig. 53 b), so daß sie keulenförmige Gestalt annehmen. In beiden Keulen sammelt sich nun der körnig-schleimige Inhalt allmählich mehr und mehr an, und endlich theilt sich jede Keule durch eine Querwand, wodurch das der andern Keule zugekehrte Ende in eine besondere Zelle verwandelt wird (Fig. 53 c). Bald darauf wird die zwischen den beiden neu entstandenen Zellen befindliche Scheidewand durchlöchert und ganz aufgelöst. Der Inhalt beider Zellen fließt zusammen, und aus beiden verschmelzenden Zellen entsteht eine einzige, große, dickwandige, dunkel gefärbte Dauerspore (Fig. 53 d). Man nennt diesen merkwürdigen Vorgang Kopulation oder Konjugation, die beiden aus den Keulenästen sich bildenden Zellen Kopulationszellen, die aus ihnen hervorgehende Spore eine Zygospore. — Zu der Gattung Mucor gehört auch eine der gemeinsten Schimmelarten, der auf faulem Obst, verderbenden Fruchtsäften und auf Speisen so häufig vorkommende Knopfschimmel (Mucor Mucedo), dessen Bildung uns Fig. 53 vor Augen führt. Derselbe erscheint dem bloßen Auge als ein aus zarten knopfigen Härchen bestehendes Räschen von graugrüner Farbe (a). Vergrößert stellen sich diese Härchen als zarte, durchsichtige Röhren dar, welche aus einem fädigen Mycelium entspringen und an der Spitze einen niedlichen kleinen Hut tragen (d). Anfangs ist dieses Hütchen eine runde, geschlossene, inwendig mit lauter Zellen erfüllte Blase (b). Nachdem sich aber aus jenen Zellen Sporen entwickelt haben, platzt die Haut dieser Blase und stülpt sich um,

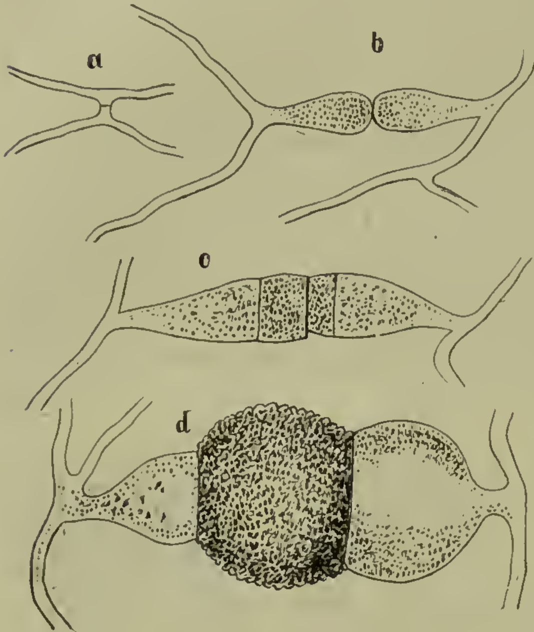


Fig. 53. Bildung von Zygosporen.

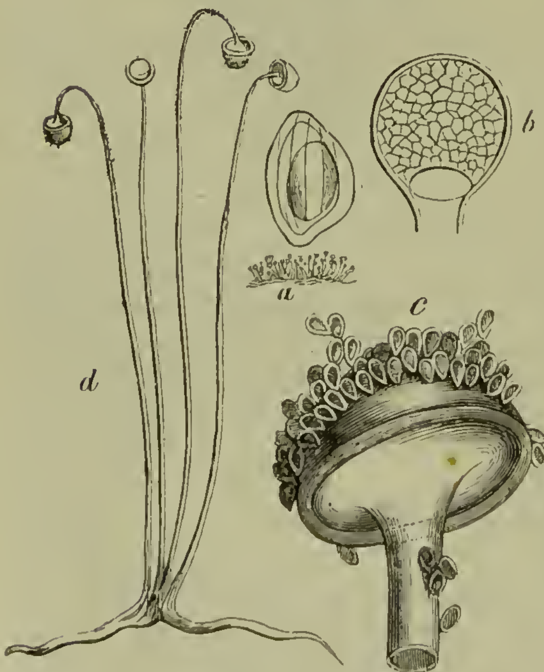


Fig. 54. Gemeiner Schimmel.

so daß sie einen glockenförmigen Hut bildet, auf dessen oberer Fläche nun die Sporen sitzen (c). Außer dieser Fruktifikationsform hat man bei dem Knopfschimmel noch verschiedene andere, sogenannte Conidienformen, beobachtet, welche früher für

eigene Schimmelgattungen gehalten und demgemäß benannt worden sind. So bildet sich, wenn dieser Pilz auf Mist wächst, eine überaus zierliche Form mit quirlförmig zusammengesetzten Trauben kugliger Conidien aus, die scheinbar mit dem gemeinen Knopfschimmel nicht die geringste Aehnlichkeit hat. Zygosporenbildung hat man bei letzterem noch nicht beobachtet. Die hier geschilderte Sporenkapsel (Mucorfrucht) kommt übrigens bei allen Mucorineen vor. Diese unscheinbaren Pilze sind in neuester Zeit doppelt interessant und wichtig geworden, einmal weil ihre Sporen und Conidien, wenn sie in gährungsfähige Flüssigkeiten gerathen, Hefe bilden (s. oben S. 107 ff.), und sodann, weil aus ihren Sporen, wenn sie ins Wasser fallen und auf in solchem lebenden oder todten Thieren (Fischen, Krebsthieren, Insekten) zum Keimen kommen, wahrscheinlich ein längst bekannter Wasserpilz entsteht, welcher neuerdings als ein höchst verderblicher Parasit für die Brut der Fische und selbst ältere Fische entlarvt worden ist, die Saprolegnia ferax, von welcher Fig. 55 eine stark vergrößerte Abbildung gewährt. Dieser kleine, weißliche Flocken bildende Pilz ist der gefährlichste Feind der sogenannten künstlichen Fischzucht, indem er sich sehr leicht auf den Eiern und den ausgelaufenen jungen Fischchen ansiedelt, wenn die Brutbehälter nicht gegen den Zutritt der Luft gesichert sind und nicht von unmittelbar aus dem Boden kommenden Quellwasser gespeist werden. Die von ihm ergriffenen Eier und Fischchen sterben rasch und gehen sehr schnell in Fäulniß über. Ihr Inneres wimmelt dann von sogenanntem Micrococcus, den auch dieser Pilz in ungeheurer Menge erzeugt. Er vermehrt sich durch Schwärmsporen (a) und pflanzt sich durch Oosporen (b) fort, welche auf ähnliche Weise entstehen, wie diejenigen der Peronospora. Dem verdienten Pilzforscher, Professor Hoffmann in Gießen, ist es gelungen, durch Uebertragung oder Einimpfung von Mucorflocken auf die Haut junger Weißfische hier die Saprolegnia hervorzurufen, sowie umgekehrt aus Saprolegniaflocken auf abgekochten Kartoffeln den gemeinen Knopfschimmel (Mucor Mucedo) zu erziehen. Diese Experimente sprechen dafür, daß jener gefährliche Wasserpilz aus zufällig ins Wasser gefallenen Mucorsporen hervorgehen mag. Er scheint sich aber auch aus andern sogenannten Schimmelpilzen bilden zu können. Wenigstens ist es mir gelungen, die Saprolegnia auf gesunden lebenden, gegen die Luft hermetisch abgeschlossenen Forelleneiern zu erziehen, welche ich mit Sporen des gemeinen Pinselschimmels (Penicillium crustaceum), der in Fig. 56 bei b abgebildet ist, besät hatte. Dieser ebenfalls allenthalben auf verderbenden Speisen und Früchten, auf Zuckersäften u. s. w.

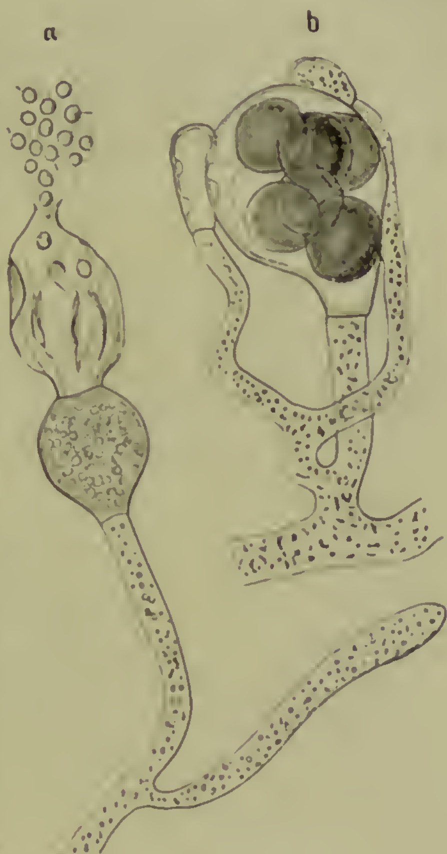


Fig. 55. Saprolegnia ferax.

vorkommende und, wie es scheint, über die ganze Erde verbreitete und allenthalben häufige Schimmel ist in dem neuen System von De Bary noch nicht untergebracht, ebenso wenig wie die andern unter Fig. 51 abgebildeten Schimmelarten. Der Pinselschimmel, so nach seinen in Form eines Pinsels angeordneten kleinen kugligen Sporen benannt, ist offenbar eine sogenannte Conidienform, welche wahrscheinlich von dem Mycelium sehr verschiedener Pilze unter gewissen Umständen erzeugt werden kann.

So ist es mir schon gelungen, den Pinselschimmel aus den Keimschläuchen eines Becherpilzes (Peziza), d. h. eines Askomyceten, und aus den Mycelfäden eines Rostpilzes (Hypodermier) zu erziehen, also aus Pilzen zweier verschiedener, weit entfernter Pilzordnungen. Daß der Pinselschimmel als Hefe erzeugender Pilz eine wichtige Rolle spielt, ist bereits erwähnt worden. Auch in dieser Hinsicht stehen Penicillium und Mucor in nahen Beziehungen zu einander.



Fig. 56. Brotschimmel, Pinselschimmel u. s. w.

Eine besonders wichtige Rolle spielt aber der Pinselschimmel bei gewissen „Pilzkrankheiten“ des Menschen, wovon im letzten Abschnitte dieses Buches weiter die Rede sein soll.

Ich will nun noch die andern unter Fig. 56 abgebildeten Schimmel erläutern. a ist der gemeine Brotschimmel (Aspergillus glaucus), dessen Fruktifikation an diejenige des Knopfschimmels erinnert. In der That ist eine andere Art derselben Schimmelgattung, A. maximus, als Sporenkapselform (Sporangienform) des zu den Mucorineen gehörenden Syzygites megalocarpus, welcher Zygosporen hervorbringt, erkannt worden. Die andern Schimmel sind offenbar sogenannte Conidienformen von noch unbekannten höheren Pilzen. c ist der auf schattigem nassen Boden häufig wuchernde Erdährenschimmel,

d der auf faulen Früchten gemeine **Knaulschimmel** (Botrytis vulgaris), e ein an Tannenstämmen häufig vorkommender Schimmel (Acremonium verticillatum). Bei dem Brot- und Knaulschimmel stehen die Sporen kugelförmig an der Spitze der aus dem Mycelium sich erhebenden Fäden beisammen, bei e einzeln auf zarten Stielen. Bei c, d und e sind die sporentragenden Fäden aus vielen an einander gereihten Zellen zusammengesetzt, bei a dagegen einzellig. Eine noch zierlichere Gestalt besitzen die beiden auf dem Holzschnitt Fig. 57 dargestellten Schimmel, welche kleinen Bäumchen gleichen.

Der eine (a), in der Wissenschaft Acrostalagmus cinnabarinus genannt, findet sich sehr häufig im Winter auf in warmen, feuchten Kellern verfaulenden Kartoffeln, wo er Anfangs zinnoberrothe, später ziegelroth werdende Häufchen (b) bildet; der andere (f), Brachycladium penicillatum genannt, wächst im Herbst in großer Menge in rasenförmigen Kolonien auf abgestorbenen Pflanzenstengeln (g), z. B. auf den Stengeln des Mohns, der Malven und solchen des Schöllkrauts.



Fig 57. Baumartige Schimmel. Fig. 58. Genabelter Netzpilz.

Bei beiden Arten sind sowol die Fäden des Myceliums, als diejenigen, welche die Sporen erzeugen und tragen, aus an einander gereihten Zellen zusammengesetzt. Die Sporen bilden sich bei dem rothen Kartoffelpilze in kleinen, mit Schleim erfüllten, kugelförmigen Blasen, welche sich an der Spitze der Endästchen des Sporenträgers entwickeln (c). Die Spitze eines jeden Aestchens endet nämlich mit einem halbrunden Wärzchen (d), welches in die Kugel hineinragt. Aus diesen Wärzchen entspringen Zellen, die sich zu Sporen ausdehnen (e). Der Schimmel f gehört zu denjenigen Pilzen, welche mehrzellige Sporen besitzen. Eine jede der an den Enden und Seiten der Aeste sitzenden, spindelförmigen Sporen besteht nämlich aus vier von einer gemeinschaftlichen Hülle, der Mutterzelle, umschlossenen Zellen, so daß es aussieht, als wäre ihr Inneres durch Querscheidewände in vier Fächer getheilt (h). Ein höchst zierlicher Schimmelpilz ist endlich der **genabelte Netzpilz** (Dictydium umbilicatum), den Fig. 58 stark vergrößert darstellt. Derselbe erscheint im Winter nicht selten auf verrottetem Holze truppweise als ein höchstens 1 Millimeter hohes Pilzchen (a). Sein sehr feinfädiges Mycelium durchzieht das Holz, auf dem er wächst; sein über dessen Oberfläche

emporragender Sporenträger ist ein mehrzelliger, fester, dunkelgefärbter Stiel, welcher sich nach oben allmählich zu einem kleinen hängenden, am Scheitel nabelförmig eingedrückten Köpfchen erweitert. Die Haut dieses Köpfchens besteht aus parallelen Zellenreihen, welche wie Stäbe eines Regenschirmes ausgespannt sind. Die im Innern des Köpfchens befindlichen, sehr zahlreichen Sporen werden nach erlangter Reife durch das Aufspringen des Köpfchens entleert und bedecken nun die ganze Umgebung des Pilzes als ein feines, rothbraunes Pulver.

Zu den Algenpilzen gehört endlich auch der von mir 1865 entdeckte Pilz der Rothfäule. Als „Rothfäule" bezeichnen die Forstleute und Holztechniker das Faulwerden des Kernholzes lebender Bäume, wobei sich das faulende Holz röthlichbraun färbt.


Fig. 59. Pilz der Rothfäule.


Fig. 60. Pilz der Rothfäule.

Diese äußerst schädliche Holzkrankheit, welche besonders in Fichten- und Eichenwäldern häufig vorkommt, in ersteren nicht selten ganze Bestände ergreift und dann einen sehr bedeutenden Ausfall in dem Ertrage eines Waldes zu bewirken vermag, ist stets von einem im Innern des Holzkörpers vegetirenden Pilze begleitet, welcher verschiedene Entwicklungsstufen durchläuft, massenhaften Micrococcus erzeugt und vielleicht die eigentliche Ursache der Krankheit sein dürfte. Fig 59 zeigt einen zarten Längsschnitt (Radialschnitt) aus rothfaulem Eichenholz in 450facher Linearvergrößerung. Die punktirten linealen Schläuche gehören dem Mycelium des Pilzes (Xenodochus ligniperda) an, welches alle Zellen des Kernholzes durchwuchert, die Zellen aus einander drängt und deren Wandungen durchlöchert und aussaugt. Die perlschnurförmigen Reihen bestehen aus den dickwandigen Sporen, die zuletzt aufplatzen und zahllose kleine Schwärmer (Micrococcus?) entlassen, seltener einen Keimschlauch treiben, der sich sodann zu einem schön blau gefärbten Fadenpilz mit länglichen, mehrzelligen Sporen (Rhynchomyces violaceus) weiter entwickelt. Diese zweite Pilzform entsteht jedoch nur, wenn die Xenodochussporen an der Luft keimen, was nur dann möglich ist, wenn rothfaule Stämme gefällt oder auch vom Sturm umgebrochen werden.

Aus den Schwärmern entwickelt sich ein üppig wucherndes Mycelium, unter dessen Einwirkung die schon gelockerten, mürben und theilweise zertrümmerten Holzzellen rasch aufgelöst und in eine moderig riechende Jauche umgewandelt werden. Die infolge davon entstehenden Hohlräume sind oft mehrere Fuß lang mit zopfartigen Massen des schleimigen Myceliums, welches sich aus den Xenodochusschwärmern entwickelt hat, erfüllt. Dieses Mycelium vermag, wenn es mit der Luft und dem Licht in Berührung kommt, unmittelbar den erwähnten blauen Schnabelpilz (Rhynchomyces) zu erzeugen, von dem ein Stück in Fig. 60 abgebildet ist.

Die zweite Ordnung der Pilze, die Hautpilze oder Hypodermier umfassend, besteht aus lauter Schmarotzerpilzen. Es gehören hierher jene in der neuesten Zeit soviel besprochenen Pilze, welche den sogenannten Brand und Rost des Getreides verursachen, Erscheinungen, bei denen wir etwas verweilen müssen.

Ich darf wol als bekannt voraussetzen, daß die Landwirthe mit dem Namen „Brand" eine angebliche Krankheit des Getreides bezeichnen, welche vor und während der Blütezeit meist unter der Form eines trocknen, dunkelbraunen oder schwarzen Pulvers erscheint, das zwischen den Blütenspelzen hervorquillt und zuletzt die ganze Aehre oder Rispe überzieht. Schüttelt man dieses Pulver ab, so bemerkt man, daß die Blütentheile gänzlich zerstört und blos noch die Spelzen, zwischen denen die Blüten saßen, vorhanden sind. Dieser Brand, Flugbrand oder Rußbrand genannt, welcher am häufigsten bei Hafer und Gerste, selten bei Weizen beobachtet wird, besteht aus den Sporen eines Brandpilzes (Ustilago Carbo). Zwischen den Sporen, von denen eine jede einen Kern erkennen läßt, bemerkt man unter dem Mikroskop feine Fäden, welche dem ursprünglich im Innern der befallenen Blütentheile verborgen gewesenen Mycelium angehören. Alle Brandpilze nämlich haben ein im Innern ihrer Nährpflanze eingeschlossenes Mycelium, während die Sporenhaufen nach Durchbrechung der Oberhaut der Nährpflanze an deren Oberfläche erscheinen. Eine andere Art des Brandes kommt häufig beim Weizen vor, nämlich der Schmierbrand oder Steinbrand (auch Faulbrand und Faulweizen genannt). Dieser im Fruchtknoten der jungen Weizenblüte sich entwickelnde Brand, durch welchen das Innere des sich ziemlich normal vergrößernden Weizenkorns endlich gänzlich zerstört werden kann, bildet zuletzt ein stinkendes (nach Häringslake riechendes), schmieriges, schwarzviolettes Pulver, welches das Innere des Korns anstatt des Mehles erfüllt. Unter dem Mikroskop sieht man (bei 3—400maliger Linearvergrößerung), daß jenes schmierige Pulver aus den Myceliumfäden und Sporen eines Brandpilzes (Tilletia Caries) besteht, und daß die Sporen aus zwei in einander geschachtelten Häuten zusammengesetzt sind, von denen die äußere ungemein zart, von scheinbar zelligem Bau und bräunlich gefärbt, die innere dickwandig und weiß ist (Fig. 62, 1 u. 2). Ein anderer Brandpilz zerstört die Blüten des Hirse (Ustilago destruens), noch



Fig. 61. Weizenbrand.

ein anderer (U. Maydis) die Körner der Maiskolben, namentlich in den süd-europäischen Ländern, wo dieser Pilz oft große Verheerungen anrichtet. Von demselben haben übrigens nicht allein die Kolben, sondern auch die Stengel und Blattscheiden zu leiden. An allen diesen Theilen der Maispflanze bewirkt sein im Innern derselben ruhendes Mycelium da, wo es Sporen bilden will, große kropfartige Auftreibungen, welche an den Stengeln beinahe Faustgröße erreichen können und inwendig ganz und gar von Millionen schwarzbrauner Sporen erfüllt sind. Ebenfalls in Stengeln, Blattscheiden und Blüten fruktifizirt der Roggenbrand (Polycystis occulta), welcher bisweilen auf Roggenfeldern auftritt und eigenthümliche Drehungen des Stengels und der Blattscheiden veranlaßt.



Fig. 62. Brandpilze. Tilletia Caries.
1. 2. Sporen des Brandpilzes. 3. Sporen im Keimen. 4. Keimende Sporidien.

Alle diese Brandpilze sind keineswegs Produkte krankhafter Zustände der von ihnen befallenen Pflanzen, wie man früher allgemein anzunehmen pflegte, sondern dringen, wie direkte Beobachtungen gelehrt haben, von außen in die gesunde Pflanze ein. Aber nicht die Sporen selbst dringen in die Getreidepflanzen, sondern ihre Keimfäden. Beim Keimen, welches in feuchtwarmer Luft geschieht, entwickeln nämlich die Sporen zarte Schläuche, welche sekundäre Sporen oder Sporidien bald an ihrer Spitze (Fig. 62, 3, Tilletia Caries), bald an den Seiten (Fig. 63, Ustilago receptaculorum) bilden. Diese Sporidien treiben wieder feine Keimfäden, an welchen sich nicht selten Sporidien zweiter Ordnung bilden, die wieder in derselben Weise keimen (Fig. 64, Tilletia Caries). Da das Keimen der Brandsporen gewöhnlich im Frühling (nach der Ueberwinterung der Sporen) erfolgt, so muß die Bildung zahlloser Sporidien und Sekundärsporidien, welche, wie auch ihre unendlich feinen Keimfäden, vom Wind leicht fortgeführt werden können, wesentlich zur Verbreitung der Brandkrankheiten beitragen, da gerade um diese Zeit junge und aufgehende Getreidepflanzen in Menge vorhanden sind.

Versuche der Professoren H. Hoffmann und J. Kühn haben nämlich ergeben, daß die Keimfäden am Wurzelknoten der jungen Getreidepflanze in deren Stengel eindringen, indem sie die Wandungen der Oberhautzellen gewaltsam durchbohren. Aus den eingedrungenen Keimschläuchen entwickelt sich hierauf im Innern der Pflanze ein Myceliunm, dessen zarte verzweigte, aber ungegliederte Fäden zwischen den Zellen der Nährpflanze verlaufend in deren Stengel empor wachsen. Der unterste und älteste Theil des Myceliums stirbt bald ab und verschwindet hierauf, während das Mycelium nach oben hin weiter wächst. Deshalb ist das Mycelium in der infizirten Pflanze schwer aufzufinden. Wenn nur wenige Keimfäden eindrangen, so wird die Getreidepflanze nicht beeinträchtigt; dieselbe entwickelt sich normal und erscheint vollkommen gesund. Erst um ihre Blütezeit zeigt sich die verderbliche Wirkung des eingedrungenen Parasiten, indem nun der Pilz seine Sporen zu entwickeln beginnt und dabei diejenigen Pflanzentheile zerstört, wo die Sporenentwicklung ihren Sitz hat.


Fig. 63. Keimende Spore mit Sporidien von Ustilago receptaculorum

Schließlich sei erwähnt, daß nicht allein die Getreidearten von Brandpilzen zu leiden haben, sondern auch viele andere Gräser, ja selbst viele gar nicht zu den Gräsern gehörende Pflanzen, und zwar sowol Kräuter als Holzgewächse.

Der Rost, welcher unter der Form pulveriger Fleckchen und Striche von gelblicher, rostrother und schwarzbrauner Farbe an den Blättern, Halmen und Spelzen der Getreidepflanzen und sonstiger Gräser, sowie an den Blättern und Zweigen vieler andern Pflanzen (z. B. der Hülsenfrüchte, der Rosensträucher, der Obstbäume) auftritt und Kränkeln der befallenen Pflanzen, doch selten das Eingehen herbeiführt, besteht aus verschiedenen parasitischen Pilzen, die unter der Oberhaut der von ihnen befallenen Pflanzen ihren Sitz haben und zuletzt die Oberhaut durchbrechen, um ihre Sporen auszustreuen. Die bei den Getreidearten vorkommenden Rostpilze gehören der Gattung Puccinia an. Die Arten dieser Gattung erscheinen zuerst als längliche, etwas erhabene Fleckchen von weißlicher Farbe an grünen Halmen, Blattscheiden, Blättern und Spelzen, welche nichts Anderes als Auftreibungen der Oberhaut durch den darunter sich entwickelnden Pilz sind. Unter jedem solchen Fleckchen befindet sich nämlich ein Häufchen feiner, durch einander gewirrter Fäden, das Mycelium des in der Entwicklung begriffenen Pilzes. Später färben sich diese Fleckchen gelb und bald bricht aus ihnen eine Menge gestielter Sporen von rostgelber Farbe hervor (Fig. 65 a), welche nun pulverige Häufchen auf der Oberfläche der Pflanze bilden. Während des Sommers vermehren sich diese „Rosthäufchen" außerordentlich, besonders wenn die Witterung


Fig. 64. Keimende Sporidien von Tilletia Caries.

feucht ist. Endlich, gegen Ende des Sommers oder im Herbst, färben sich die Häufchen, Striche und Flocken braunschwarz, und die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß sie nun aus ganz anders geformten, doch ebenfalls gestielten Sporen zusammengesetzt sind, nämlich aus zweizelligen Sporen von brauner Farbe (Fig. 65 a). Diese Sporen gehören der Gattung Puccinia an; mit ihrer Bildung schließt der Entwicklungsgang des betreffenden Rostpilzes für das laufende Jahr ab.

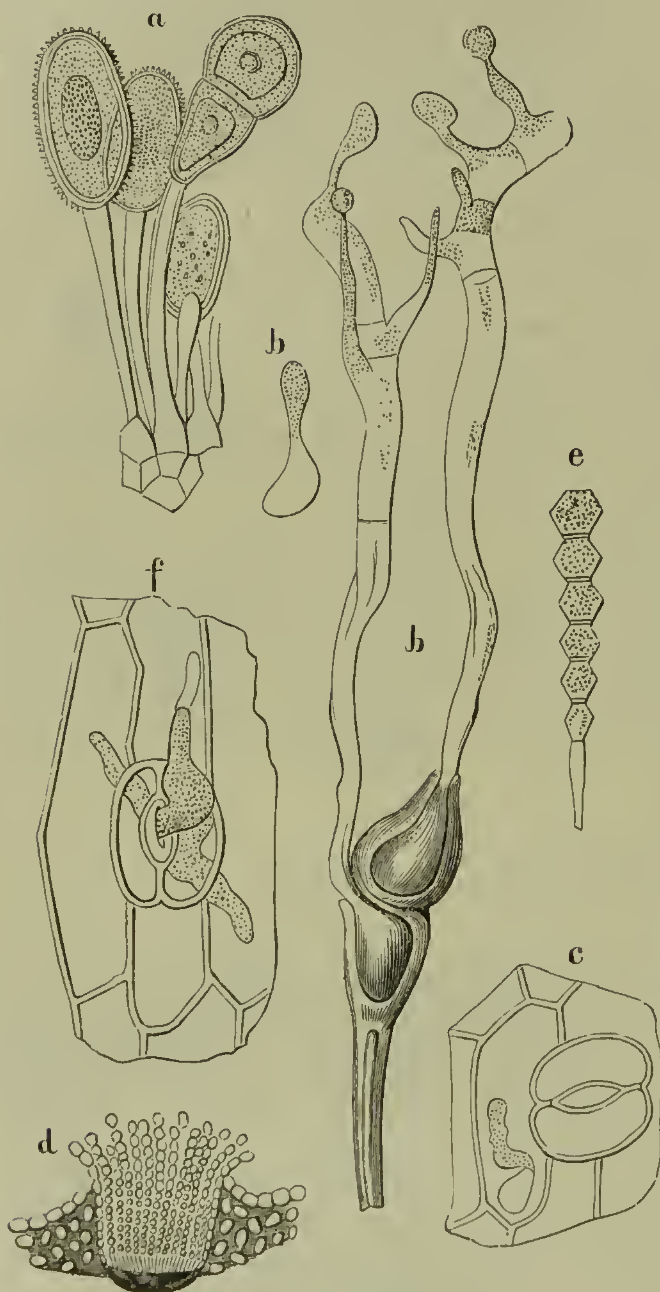


Fig. 65. Rostpilze.

Die Entwicklungsgeschichte dieser Getreiderostpilze, deren Aufklärung wir vorzüglich dem Prof. De Bary verdanken, ist überaus eigenthümlich und wunderbar. Die Pucciniasporen überwintern und keimen im nächsten Frühlinge. Dann tritt aus einer, in der äußeren dickwandigen Haut jeder der beiden Zellen vorhandenen Oeffnung ein zarter Schlauch hervor, welcher sich später verzweigt, indem er zarte Stielchen treibt (Fig. 65 b). Die Stielchen entwickeln an ihrer Spitze kuglige Sporen zweiter Ordnung (Sporidien), welche, sobald sie reif geworden sind, abfallen und sofort keimen, wenn die dazu nöthige Feuchtigkeit und Wärme auf sie einwirkt. Gerathen dergleichen Sporidien auf ein Exemplar einer Pflanze, in welcher der Pilz sich weiter zu entwickeln vermag, so dringen ihre Keimfäden in das unter der Oberhaut gelegene Zellengewebe ein, indem sie die nach außen gekehrte Wandung der Oberhautzellen gewaltsam durchbohren (Fig. 65 c). Der eingedrungene Keimfaden, dessen draußen gebliebener Theil schnell zusammenschrumpft und vergeht, entwickelt nun im Innern der Nährpflanze ein Mycelium, welches blos einen sehr geringen Raum einnimmt und rasch ein

eigenthümlich gestaltetes Sporenlager erzeugt. Dieses durchbricht gewaltsam die Oberhaut der Nährpflanze und erscheint nun als ein becherförmiger Körper von meist lebhaft rostgelber Farbe. Diese Fruktifikationsform ist unter dem Namen Becherrost längst bekannt gewesen und für eine eigene Pilzgattung (Aecidium) gehalten worden. Die Innenfläche der Aecidien ist mit dicht neben einander stehenden Stielchen besetzt, welche Ketten von kugligen oder eckigen, gewöhnlich rostgelben Sporen tragen (Fig. 65 d, e). Auch die Aecidiumsporen keimen sofort, nachdem sie reif geworden und auf die betreffende Nährpflanze gerathen sind; ihre Keimfäden dringen stets durch eine Spaltöffnung in die betreffende Nährpflanze ein. Hier entwickeln sich dieselben zu einem ebenfalls nur einen beschränkten Raum einnehmenden Mycelium, welches alsbald eine neue Fruktifikationsform erzeugt, die man im gewöhnlichen Leben als den eigentlichen Rost zu betrachten pflegt und welche in der Wissenschaft als vermeintlich eigene Pilzgattung den Namen Uredo erhalten hat. Ihr unter der Oberhaut der Nährpflanze sich entwickelndes Sporenlager ist ein aus dicht verfilzten Myceliumfäden bestehendes Polster, das auf seiner ganzen nach außen gekehrten Fläche fadenförmige Stielchen treibt, deren jedes eine einzige längliche oder runde Spore abschnürt (Fig. 65 a). Die Uredosporen keimen in ähnlicher Weise wie die Aecidiensporen; auch ihre Keimschlauche dringen nur durch die Spaltöffnungen in das Innere der Nahrpflanze ein (Fig. 65 f), wo sie ein kleines Mycelium entwickeln, das nach sechs bis zehn Tagen ein neues Fruchtlager und zwar dieselbe Fruktifikationsform (Uredo) erzeugt. Dieser Vorgang wiederholt sich den ganzen Sommer hindurch. Durch die Uredosporen wird daher der Rost während des Sommers rasch und weit verbreitet. Gegen das Ende der Vegetationsperiode der betreffenden Nährpflanze erzeugen endlich dieselben Fruchtlager, welche bisher Uredosporen bildeten, die ebenfalls gestielten, dickwandigen, braunen, zweizelligen Pucciniasporen, welche überwintern. — Die Rostpilze der Gattung Puccinia bringen folglich dreierlei Fruchtformen hervor: 1. Aecidium, 2. Uredo, 3. Puccinia. Das Merkwürdigste hierbei ist aber die Thatsache, daß diese drei ganz verschiedenen Fruchtformen nicht auf einer, sondern auf zwei spezifisch ganz verschiedenen Nährpflanzen vorkommen. So haben die zahlreichen Beobachtungen und Einimpfungsversuche von Tulasne, Kühn und De Bary ergeben, daß die Aecidien des gemeinen Streifenrosts des Weizens und anderer Gräser sich nur auf den Blättern des Sauerdorns (Berberis vulgaris) finden, während die aus deren Sporen hervorgegangene Uredoform (Uredo linearis) und die zuletzt daraus entstehenden Pucciniasporen (Puccinia graminis) nur auf dem Weizen und andern Gräsern zu vegetiren vermögen. Es ist folglich an der alten, oft verspotteten Behauptung mancher Landwirthe, daß der Sauerdorn den Weizen rostig mache und deshalb in der Nähe der Weizenfelder nicht geduldet werden dürfe, etwas Wahres. Ferner ist nachgewiesen, daß die Aecidien des namentlich die Spitzen des Getreides befallenden Fleckenrosts (Puccinia straminis) auf zwei in manchen Gegenden häufig auftretenden Unkräutern der Felder, auf der Ochsenzunge (Anchusa officinalis), und dem Krummhals (Lycopsis arvensis) vegetiren, während die dazu gehörende Uredoform und die daraus hervorgehende Puccinia nur auf das Getreide und andere Gräser beschränkt erscheint. Endlich finden sich die Aecidien der dritten bei dem Getreide auftretenden Rostform, des Kronenrostes (Puccinia coronata) auf den Blättern des Kreuzdorns (Rhamnus cathartica) und

des Pulverholzes (Rh. Frangula). Von beiden Puccinien waren die Aecidien (als Aecid. Asperifoliacearum und Ac. Rhamni) und die Uredoformen (als U. Rubigo vera) längst bekannt.

Einen ähnlichen, doch einfacheren Entwicklungsgang zeigen die Rostpilze der Gattung Uromyces, von denen unsere Hülsenfrüchte (Bohnen, Puffbohnen, Erbsen), desgleichen die Runkelrüben, häufig heimgesucht werden. Ueberhaupt werden die verschiedenartigsten Pflanzen, Kräuter und Bäume, selbst Nadelhölzer, von verschiedenartigen Rostpilzen befallen. Gerade unter den auf Nadelhölzer angewiesenen Rostpilzen bringen manche höchst auffallende Erscheinungen an ihren Nährpflanzen hervor, doch gestattet der beschränkte Raum dieses Buches nicht, hierauf näher einzugehen.*)

Die dritte Ordnung der Pilze, die Basidiomyceten, ist durch die Entwicklung eines meist ansehnlichen, aus Pilzgewebe zusammengesetzten, oft sehr lebhaft gefärbten Fruchtkörpers (auch Sporenträger genannt) charakterisirt. Es gehören hierher unter andern die bekannten Hutpilze (Hymenomyceten), z. B. der Champignon, der Stein- oder Herrenpilz, der Reizker, das Stockschwämmchen, das Gelbhähnchen und andere eßbare Fleischpilze, ferner viele giftige, wie z. B. der Fliegenpilz, aber auch der schon erwähnte Hausschwamm und die an Baumstämmen wachsenden holzig-korkigen Löcherschwämme, von denen eine Art (P. fomentarius) zur Benutzung des Zünd-, Zunder- oder Wundschwamms dient, kurz, auch Pilze, welche keinen Stiel oder gar, wie der Hausschwamm, keinen deutlich ausgebildeten Hut besitzen. Der sporenerzeugende Apparat überzieht bei diesen Pilzen die blattartigen Gebilde, welche sich an der Unterfläche des Hutes, z. B. beim Champignon und Fliegenpilz, befinden, oder kleidet die feinen Röhren und Löcher aus, welche z. B. beim Steinpilz und bei dem Löcherpilze an der untern Hutfläche bemerkbar sind. Der sporenerzeugende Apparat, Hymenium genannt, erscheint unter dem Mikroskop aus einer Menge dicht neben einander stehender keulenförmiger Schlauchzellen zusammengesetzt, von denen einzelne größere je vier (selten blos je zwei) Stielchen hervortreiben, die an ihrer Spitze eine kuglige oder längliche Spore entwickeln, welche nach erlangter Reife abfällt (abgeschnürt wird). Fig. 66 zeigt bei a einige senkrecht der Quere nach durchschnittene Blätter vom Hute des Champignon schwach vergrößert, bei b den Durchschnitt einer solchen Lamelle stärker vergrößert, wo die Hymeniumschicht bereits deutlich zu sehen ist, bei c ein kleines Stückchen des Hymeniums und des angrenzenden inneren Gewebes in 550facher Linearvergrößerung. Die keulenförmigen Schlauchzellen, welche die Spore entwickeln, sind die Basidien, die dazwischen stehenden kürzeren werden Saftschläuche (Paraphysen) genannt. — Zu den Basidiomyceten rechnet De Bary auch die sogenannten Bauchpilze (Gasteromyceten), welche in den früheren Pilzsystemen gleich den Hymenomyceten eine besondere Ordnung bildeten. Der ebenfalls meist ansehnliche Fruchtkörper dieser Pilze bildet in der Regel eine Anfangs durch und durch fleischige, zuletzt hohle und mit einer leder- oder papierartigen Wand versehene Kugel, welche den Sporen erzeugenden Apparat in ihrem Innern birgt. Die Wandung dieses Fruchtkörpers (Peridie genannt) ist oft aus

*) Vergl. M. Willkomm, „Die mikroskopischen Feinde des Waldes.“ Dresden. Zweites Heft, 1867.

verschiedenen Schichten von Filzgewebe zusammengesetzt, das Innere dagegen gewöhnlich aus einem großzelligen Fasergeflecht, welches auf dem Durchschnitt unter dem Mikroskop wie ein grobmaschiges Netz aussieht. Von den Maschen aus erstrecken sich Zweige des Geflechtes in die hohlen Räume hinein, welche hier die Sporen an ihren Enden bilden, also als Basidien auftreten. Nach vollkommener Ausbildung der Sporen pflegen die Basidien sowie die Zellen des Fasergeflechtes zu vertrocknen oder zu zerfließen, weshalb dann ein Hohlraum im Innern des Fruchtkörpers entsteht, welcher mit dem braunen oder anders gefärbten Sporenpulver gefüllt ist. Zuletzt platzt die trocknende Wand der Peridie, worauf die Sporen als feiner Staub hervordringen. Die Bauchpilze sind zum Theil von sehr ansehnlicher Größe, doch giebt es auch sehr kleine. Die größeren wachsen der Mehrzahl nach auf einer mit organischen Stoffen geschwängerten sandigen Erde. Zu ihnen gehören die bekannten Boviste, welche im Spätsommer auf Wiesen und Brachäckern häufig erscheinen und auch Pulverpilze genannt werden, weil sie unter dem Fußtritt zerplatzen und ihr dunkles Sporenpulver in wolkenartigen Massen entweichen lassen.

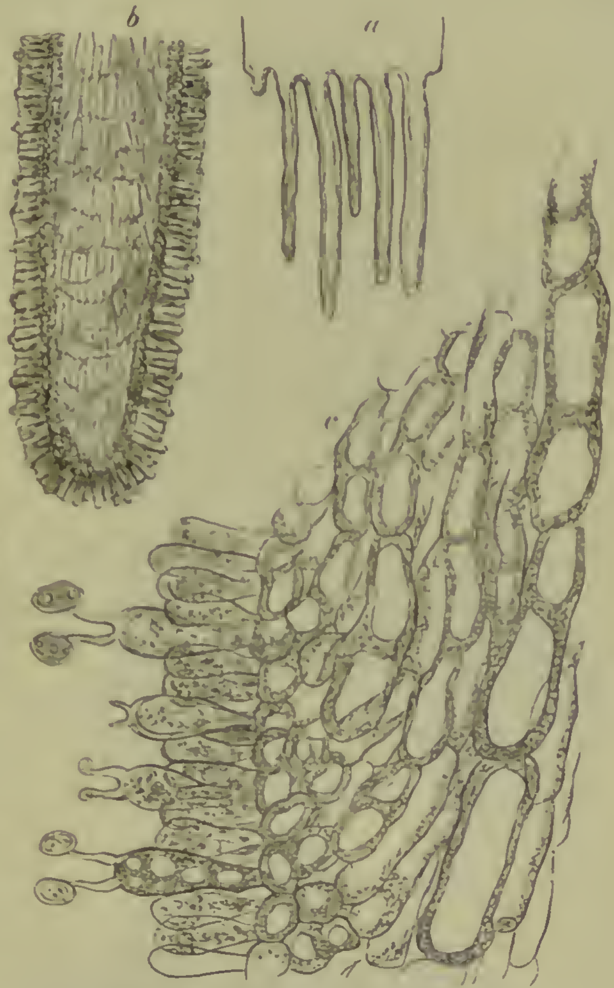


Fig. 66. Fruktifikation des Champignons.

Zu den Bauchpilzen wurden früher auch die Trüffeln und andere verwandte unterirdische Pilze gerechnet, welche zusammen die Familie der Tuberaceae bilden. Neueren Untersuchungen zufolge gehören dieselben aber zu der vierten Ordnung, zu den Schlauchpilzen (Askomyceten). Die Trüffeln und verwandte Pilze besitzen ein weit umherkriechendes, den Boden oft in allen Richtungen durchziehendes Mycelium, welches zahlreiche Fruchtkörper von sehr verschiedener Größe und Gestaltung erzeugt. Bei den eigentlichen Trüffeln (den Arten der Gattungen Tuber und Terfezia) ist der Fruchtkörper durch und durch derb und fleischig und besitzt einen sehr merkwürdigen Bau, weshalb ich den freundlichen Leser auffordere, mit mir einen mikroskopischen Blick in das Innere einer Trüffel zu thun (s. Fig. 67). Die Trüffeln sind schwarzbraun und äußerlich überall mit warzenförmigen Hervorragungen besetzt.

Auf dem Durchschnitte sehen sie ebenfalls braun aus, allein die braune Masse ist von weißen oder gelblichen, sich vielfach verästelnden Linien durchzogen. Die weißen Linien oder Streifen rühren von mit Luft erfüllten Höhlungen oder Kanälen her, welche das dunkel gefärbte Gewebe durchziehen und von kleinen, parallel neben einander liegenden, wasserhellen Fadenzellen umgeben sind (Fig. 67). Dazwischen befinden sich die blasenförmigen Sporenschläuche, welche an dem Ende von fadenförmigen Zellenreihen zur Entwicklung gelangen, die aus dem braunen Zellgewebe der äußern Schicht nach dem lockeren Innern zu wachsen. Die Sporen sowol der gemeinen Trüffel als der übrigen Trüffelarten sind höchst merkwürdig gestaltet. Sie sind nämlich zwar einzellig, bestehen aber aus zwei in einander geschachtelten Häuten, von denen die äußere bald mit hervorragenden Stacheln, wie bei der gemeinen Trüffel (Tuber melanosporum), bald mit kleinen Strahlen und Höckern besetzt ist, bald ein zelliges Ansehen hat, indem sie aus erhabenen, netzförmig mit einander verbundenen Leisten, über welche eine zarte, durchsichtige Haut gespannt ist, besteht. Wegen dieser eigenthümlich gestalteten äußeren Haut erhalten die Trüffelsporen ein höchst elegantes Aussehen, wovon man sich überzeugen wird, wenn man die Fig. 68 ansieht, wo bei a ein Sporenschlauch von Tuber panniferum, bei b eine Spore von Tuber microsporum, bei c ein Sporenschlauch von Tuber rapaeodorum und bei d ein Sporenschlauch von Terfezia leptoderma abgebildet ist. Die Sporen der gemeinen Trüffel sind dunkelbraunschwarz, die der übrigen bald hell, bald dunkel gefärbt. Die Trüffeln wachsen in fetter Lauberde unter Gebüsch und finden sich besonders häufig in Frankreich (im Distrikt Périgord)

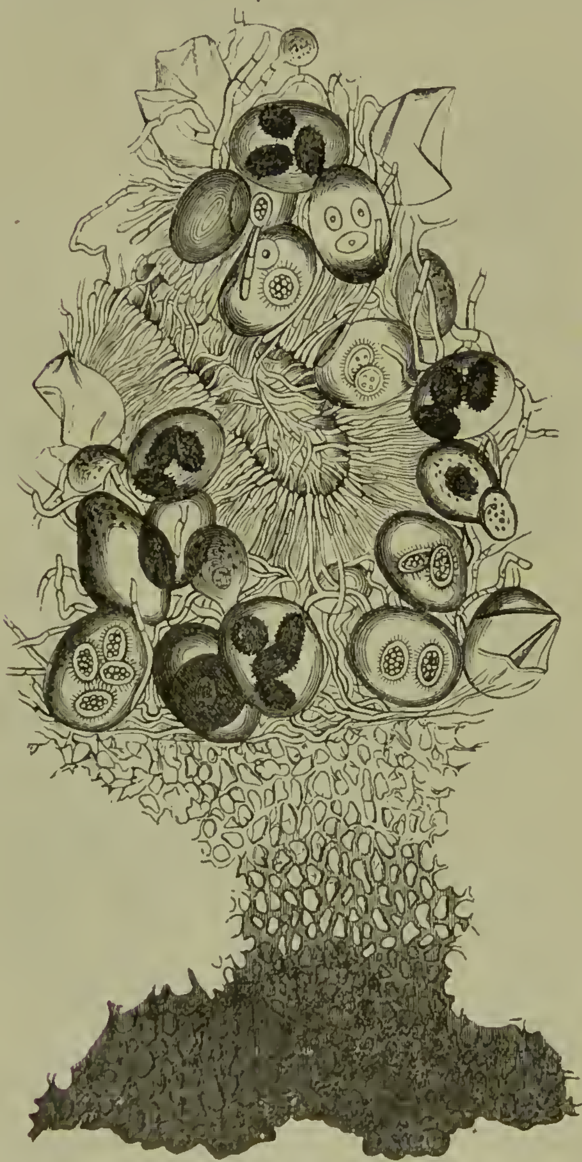


Fig. 67. Bau der Trüffeln.

und Italien. In Deutschland werden Trüffeln namentlich in Böhmen und in den Umgebungen des Harzgebirges gefunden.

Die Mehrzahl der Schlauchpilze gehört zu den beiden großen Gruppen der Kernpilze (Pyrenomycetes) und Scheibenpilze (Discomycetes), welche, wenige ausgenommen, darin übereinstimmen, daß die Sporenschläuche mit zahlreichen Paraphysen gemengt in Hymenien vereinigt sind, sich aber dadurch unterscheiden, daß bei den Kernpilzen das Hymenium eine oder viele innere Höhlungen des Fruchtkörpers auskleidet, während es bei den Scheibenpilzen die Oberfläche des Fruchtkörpers überzieht. Die Kernpilze haben auch einen geschlossenen Fruchtkörper, die Scheibenpilze einen offenen. Bei ersteren öffnet sich der bald kuglige, bald keulenförmige Fruchtkörper zuletzt mit kleinen Löchern (auch wol mit einem einzigen Loche), durch welche die Sporen entweichen; bei letztern bildet der Fruchtkörper eine Scheibe, eine Schüssel, einen Becher, einen runzligen, gefurchten oder grubig vertieften Hut oder einen verzweigten strauch- oder gekrösartigen Körper. Aber nicht alle Schlauchpilze entwickeln einen wirklichen Fruchtkörper mit Hymenien; es giebt auch Arten, welche kleine, nur einen oder wenige Sporenschläuche einschließende Kapseln bilden. Zu diesen gehören unter andern die früher den Faden- oder Schimmelpilzen zugezählten Arten der Gattung Erysiphe, d. h. die eigentlichen Mehlthaupilze, die wir zunächst kennen lernen wollen. Unter Mehlthau versteht man bekanntlich einen zuerst in Form mehlartiger Häufchen an der Oberfläche der Pflanzen auftretenden weißen Ueberzug, welcher stets das Erkranken, Verkümmern und Absterben der befallenen Pflanzen oder Pflanzentheile zur Folge hat. Bei feuchtwarmem Wetter oder auf nassem Boden vermag der Mehlthau sich ungemein rasch zu vermehren und kann binnen Kurzem die totale Vernichtung ganzer Felder herbeiführen. Die Entwicklungsgeschichte dieses verderblichen Pilzes ist sehr interessant. Abweichend von den bis jetzt geschilderten Schmarotzerpilzen haftet das aus gegliederten und verzweigten Fäden bestehende Mycelium des Mehlthauschimmels (Fig. 69 a) an der Oberfläche der befallenen Pflanze, indem es mittels einzelner warzenartiger Auswüchse (Fig. 69 b) an dieselbe befestigt ist. Wahrscheinlich dienen jene Warzen gleichzeitig als Saugorgane, durch welche die Säfte aus der Nährpflanze ausgesogen werden, denn daß die vielfachen Verunstaltungen der vom Mehlthau überzogenen Pflanzentheile (Krümmungen der Zweige, Kräuselungen



Fig. 68. Trüffelsporen.

und abnorme Verdickung der Blätter u. s. w.) blos infolge der durch das Mycelium bewirkten Zusammenziehung der Blätter u. s. w. entstehen sollten, wie Manche behaupten, scheint mir sehr zweifelhaft. Aus dem netzartigen Gewebe des Mycelium wachsen bald zahlreiche keulenförmige, mit einem krümlichen Schleim erfüllte Schläuche, die sich rasch in Reihen kugliger Zellen verwandeln (Fig. 69 b). Letztere, sogenannte Conidien, vermögen sofort zu keimen und neue Mycelien zu entwickeln; durch sie vermehren sich daher die Mehlthaupilze während des Sommers bei günstiger (d. h. feuchtwarmer) Witterung unglaublich rasch. Später, gegen das Ende der Vegetationsperiode, bilden sich auch Sporenkapseln (Perithecien). Diese sind das Produkt einer geschlechtlichen Zeugung. An der Kreuzungsstelle zweier Myceliumfäden bilden sich Aufschwellungen, jeder treibt eine kurze, aufrechte Aussackung (Fig. 69 d). Die vom untern Faden entsprungene, sich oval gestaltende wird zur Eizelle, die aus dem obern Faden hervorgewachsene, kleiner bleibende, mehr walzenförmige, legt sich an erstere an und befruchtet dieselbe hierdurch, weshalb sie als männliches Organ (Antheridie) betrachtet werden muß. Es wachsen nun unterhalb der befruchteten Eizelle aus deren Tragfaden 8 bis 9 stumpfe Schläuche hervor, welche, fest an einander geschmiegt, die Eizelle überwachsen, über deren Scheitel zusammenstoßen und sich durch Quertheilung in Reihen von Zellen verwandeln (Fig. 69 e). So entsteht die äußere zellige Wandung des Perithecium. Die Eizelle wird mittlerweile größer, bildet im Centrum eine neue Zelle und in deren Umgebung eine Anzahl kleinerer, welche zur inneren Wandung des Perithecium werden. Die centrale Zelle dehnt sich hierauf entweder unmittelbar zu einem einzigen Sporenschlauch aus, oder erzeugt durch Theilung mehrere Sporenschläuche, welche sich blasig gestalten und meist 8 längliche, einzellige, farblose, in zähen Schleim eingebettete Sporen enthalten (Fig. 69 f). Die äußere Peritheciumwand treibt bei vielen Mehlthauformen haarförmige Auswüchse (Fig. 70) und färbt sich immer braun. Deshalb erscheinen die mehlartigen Ueberzüge auf der Oberfläche der befallenen Pflanzen nach der Ausbildung der Sporenfrüchte wie mit schwarzen Punkten oder Knötchen besät. Endlich platzt die Peritheciumwandung und die Sporenschläuche quellen aus dem Risse hervor, worauf sie die Sporen entlassen. Letztere überwintern und erzeugen im nächsten Frühlinge auf solchen saftigen Pflanzentheilen neue Mycelien. Vom Mehlthau haben zwar fast alle Pflanzen, selbst Bäume, zu leiden, insbesondere aber die Hülsenfrüchte (Erbsen, Wicken, Linsen, Puffbohnen, Luzerne, Klee), die Gurken, Kürbisse und Melonen, der Flachs und die Kardendistel. Wegen des meist plötzlichen Auftretens dieses gefährlichen Schmarotzerpilzes glaubt der Unkundige, er sei aus der Luft auf die Pflanzen herabgefallen; daher der Name Mehlthau. Daß auch andere mehlartige Ueberzüge, welche theils aus den Sporen von Algenpilzen bestehen, theils von Blattläusen herrühren, als Mehlthau bezeichnet werden, ist bereits oben S. 106 erwähnt worden. Hier sei noch bemerkt, daß man viele Arten von Mehlthau (von Erysiphe) unterschieden hat, es aber sehr wahrscheinlich ist, daß alle diese Arten nur durch die Verschiedenheit der Nährpflanzen bedingte verschiedene Formen einer Art des gemeinen Mehlthaues (E. communis) sind.

Mit dem gemeinen Mehlthau nahe verwandt ist der Traubenpilz (Erysiphe Tuckeri, früher Oidium Tuckeri), die Ursache der berüchtigten Traubenkrankheit, welche in den fünfziger Jahren und noch in den ersten

Jahren des verflossenen Dezennium furchtbare Verwüstungen in den Weinbergen und Weingärten des westlichen und südlichen Europa, auch in Südtirol und Ungarn, besonders aber auf Madeira, wo fast sämmtliche Weinberge durch sie total vernichtet wurden, angerichtet hat und daher gleich der Kartoffelkrankheit als eine wahre Geißel jener weinproduzirenden Länder aufgetreten ist.



Fig. 69. Mehltbau und Traubenpilz.

Der sie verursachende Pilz wurde im Jahre 1845 in den Treibhäusern zu Margath in England durch den Gärtner Tucker entdeckt, dem zu Ehren der englische Botaniker Berkeley den Pilz benannt hat. Das Mycelium dieses Pilzes pflegt zunächst an Blättern und Reben zu erscheinen, wo es in der Regel wenig Schaden anrichtet. Bald zeigt es sich aber auch an den Beeren, welche durch dasselbe einseitig stark zusammengezogen werden, infolge davon aufplatzen, so daß die Körner heraustreten und dann rasch vertrocknen oder — bei nassem Wetter — verfaulen. Die Myceliumfäden sind nämlich mit großen gelappten Haftorganen versehen (Fig. 69 h). Diese färben sich bald braun und rufen auch in den von ihnen bedeckten Zellen der Beere oder der Blätter und Reben eine

braune Färbung hervor, weshalb sich an den Beeren u. s. w. braune Flecken bilden. Gewöhnlich werden die Beeren ergriffen, die noch jung sind, solche mit zarter Schale und sehr saftigem Fleische vorzugsweise und rascher, als solche mit dicker Schale und festem Fleische. Ganz wie der gemeine Mehlthau treibt auch der Traubenpilz aus seinem Mycelium zahlreiche aufrechte Schläuche, welche sich in Reihen von Conidien verwandeln (Fig. 69 g), durch die sich auch dieser Parasit während des Sommers sehr rasch zu vermehren und weit zu verbreiten vermag. Peritheeien hat man bei ihm noch nicht beobachtet, weshalb der Traubenpilz wahrscheinlich nur eine auf dem Weinstock vorkommende Conidienform des gemeinen Mehlthaupilzes sein dürfte. Eine vermeintliche zweite Fruchtform, welche zunächst in Italien, später auch in Deutschland zwischen den Conidienträgern des Traubenpilzes entdeckt worden ist, übrigens auch bei dem gemeinen Mehlthau vorkommt, hat sich nach den neuesten Untersuchungen De Bary's als ein auf dem Mycelium des Mehlthaupilzes schmarotzender Kernpilz herausgestellt. Dieser Schmarotzer (Cicinnobolus Cesatii) entwickelt aus seinem gegliederten Mycelium, welches sogar in die Peritheeien des Mehlthaues eindringt, gestielte, längliche Kapseln von zelligem Bau, welche eine große Anzahl gestielter Sporen (Stylosporen) enthalten und zuletzt in Schleim eingebettet als rankenförmige Massen aus der am Scheitel aufplatzenden Kapsel hervortreten.

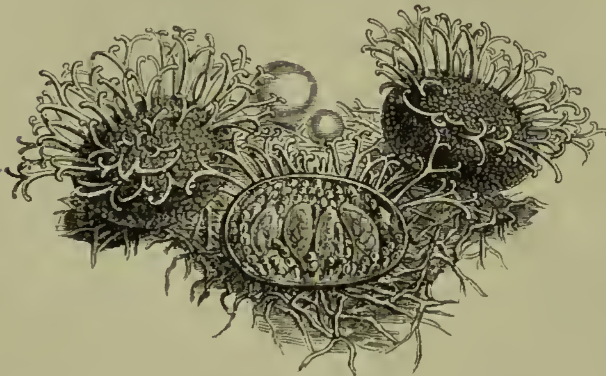


Fig. 70. Peritheeien des Mehlthaupilzes (Erysiphe).

Aus dem großen Heere derjenigen Kernpilze, wo die Sporenschläuche mit Paraphysen gemengt Hymenien bilden und gewöhnlich acht Sporen enthalten, will ich nur den Mutterkornpilz (Claviceps purpurea) hervorheben und genauer schildern. Man hat das schmuzig violett gefärbte Mutterkorn, welches giftige Eigenschaften besitzt und zu medizinischen Zwecken benutzt wird, lange Zeit für eine Entartung der Körner des Roggens und der übrigen Gräser gehalten, obgleich schon sehr frühzeitig erkannt worden ist, daß die Mutterkornbildung von Pilzen begleitet sei. Ja, der ältere De Candolle erklärte das Mutterkorn selbst für einen Pilz, den er Sclerotium Clavus nannte. Lange Zeit wußte man aber nicht, zu welcher Ordnung oder Gruppe von Pilzen das Mutterkorn zu stellen sei, bis im Jahre 1851 der französische Pilzforscher Tulasne zufällig die Entdeckung machte, daß aus in feuchter Erde gelegenen Mutterkörnern ein Sporenschläuche enthaltender Kernpilz hervorgewachsen war, in welchem er den schon früher von Wallroth als Sphaeria purpurea beschriebenen Pilz wiedererkannte. Tulasne, welcher die Entwicklungsgeschichte des Mutterkornes in der Roggenblüte und des von ihm Claviceps genannten Kernpilzes aus dem Mutterkorn Schritt für Schritt verfolgte, sprach die Vermuthung aus, daß die Keimschläuche der Clavicepssporen in die Roggenähren eindringen und hier die Bildung des Mutterkorns veranlassen möchten. Diese Vermuthung ist durch J. Kühn, dem wir die neuesten und gründlichsten Untersuchungen

über das Mutterkorn verdanken, bestätigt worden (1863), indem es ihm gelang, durch Uebertragung von Clavicepssporen in Roggenähren hier die Mutterkornbildung künstlich hervorzurufen. Der Vorläufer der Mutterkornbildung ist die unter dem Namen Honigthau des Roggens den Landwirthen längst bekannte, aber oft übersehene Erscheinung. Um die Zeit der Roggenblüte dringt nämlich aus manchen Aehren eine klebrige, widerlich süße, übelriechende Flüssigkeit hervor und bildet an der Aehre Tropfen, läuft wol auch am Halme herab.



Fig. 71. Mutterkornpilz.

Dieselbe wimmelt von länglichen Pilzzellen und ist eine Ausschwitzung aus dem Mycelium des in der Aehre bereits vorhandenen Pilzes, welcher als ein weißer Schimmelüberzug des Fruchtknotens der Roggenblüte erscheint. Man hat diesen Pilz schon lange gekannt und ihn für einen eigenthümlichen Schimmel gehalten. Léveillé nannte ihn Sphacelia segetum. Er besteht aus eng verflochtenen Fadenzellen, deren Endzweige an der Oberfläche der Schimmelschicht in aufrechter Stellung dicht neben einander stehen, zarte Stielchen (Basidien) bildend, welche jene länglichen Zellen abschnüren, die sich oft massenhaft in dem sogenannten Honigthau finden. Fig. 71 b zeigt ein kleines Stückchen der Sphacelia nebst isolirten und keimenden Stylosporen oder Conidien. Jene länglichen Zellen

vermögen nämlich zu keimen und die Sphacelia zu vermehren und zu verbreiten. Dabei mögen sowol der Wind, welcher die Conidien fortweht, als Insekten, welche den süßen Honigthau lecken und später andere Aehren besuchen, eine vermittelnde Rolle spielen. Die Sphacelia hat das Bestreben, sich aufwärts auszubreiten. Sie bildet unter gleichzeitiger Zerstörung des eigentlichen Roggenkornes allmählich einen die Länge der Blütenspelzen überragenden, schmuzigweißen, weichen, schmierigen Körper, dessen Oberfläche dicht mit Basidien besetzt erscheint und dessen Inneres zahlreiche Kanälchen und Hohlräume enthält, deren Wandungen ebenfalls mit förmlichen Hymenien von Basidien und Stylosporen ausgekleidet sind (Fig 71 a). Allmählich verändern sich die diesen Pilzkörper zusammensetzenden Mycelimnfäden und zwar von der Basis des Körpers an. Sie scheiden sich nämlich in kurze Glieder und bilden, indem die äußeren eine erst röthliche, dann violette Färbung annehmen, eine von dem weißen Innern scharf abgegrenzte Rindenschicht. So entsteht aus der Sphacelia allmählich das eigentliche Mutterkorn, das Sclerotium (Fig. 71 a). Das an dessen Spitze gewöhnlich vorhandene bräunliche, leicht ablösbare Mützchen ist der letzte Rest der nach oben gedrängten Sphacelia. Als Sclerotium verharrt nun der Mutterkornpilz unverändert bis zum nächsten Jahre. Zur Reifezeit des Roggens fallen die Mutterkörner aus den Aehren heraus und können so auf und in den Boden gerathen. Sehr viele gehen gewiß immer durch Verwesung zu Grunde, wenn sich Schimmelpilze auf ihnen ansiedeln. Unter günstigen Verhältnissen bricht aber aus solchen im Boden liegenden Mutterkörnern nach durchschnittlich hundert Tagen die Claviceps purpurea in Menge hervor (Fig. 71 c). Jedes der zierlichen Pilzchen, deren Hut gelblich gefärbt ist, während der Stiel eine violettrothe Farbe besitzt, ist ein besonderer Fruchtkörper, indem unter jedem der zuletzt durchbohrten Wärzchen, mit welchen die Oberfläche des Hutes bedeckt ist (Fig. 71 d), sich ein flaschenförmiger Hohlraum mit einer großen Anzahl langer Sporenschläuche befindet (Fig. 71 e, f), von denen ein jeder acht außerordentlich dünne und zarte fadenförmige Sporen enthält (Fig. 71 g, h).

Indem die Schläuche sich zuletzt an ihrer Spitze öffnen, vermögen die Sporen aus ihnen zu entweichen, worauf sie durch die in der Warze befindliche Oeffnung des flaschenförmigen Behälters ins Freie gelangen. Beim Keimen treiben diese Sporen äußerst feine Fäden, welche wahrscheinlich in die blühenden Roggenähren eindringen.

Zu den Scheibenpilzen gehören die Morcheln, unter denen es zwei eßbare Arten giebt (die gemeine Morchel, Helvella esculenta, und die Spitzmorchel, Morchella esculenta), ferner der Hirschschwamm (Clavaria Botrytis) und der Ziegenbart (Sparassis crispa), lauter erdbewohnende Pilze mit fleischigem Fruchtkörper, endlich die Gattung der Becherpilze (Peziza), unter deren sehr zahlreichen, meist unscheinbaren Arten es auch einige schmarotzende giebt. So wird eine eigenthümliche, seit einer Reihe von Jahren in und außerhalb Deutschlands aufgetretene Krankheit des Lärchenbaumes, welcher schon viele tausend Stämme dieser nützlichen Holzart zum Opfer gefallen sind, nach meinen Beobachtungen wahrscheinlich von einem diese Krankheit stets begleitenden Becherpilz (Peziza Willkommii R. Hart.) veranlaßt, indem dessen im Innern der Rinde schmarotzendes Mycelium die Rinde zerstört, infolge dessen der Baum bald nur allmählich, bald plötzlich abstirbt. — Die aus der kranken Rinde hervorbrechenden Frucht-

körper dieses Pilzes sehen wie die Früchte einer Schüsselflechte (Parmelia, s. d. folgenden Abschnitt) aus, indem sie als rundliche Schüsselchen mit weißlichem Rande und orangerother Innenfläche ausgebildet sind. Näher auf diese Krankheit einzugehen will ich unterlassen, da die Entwicklungsgeschichte des bei ihr auftretenden Pilzes noch nicht vollständig bekannt ist.*) Ein anderer Becherpilz (Peziza Kaufmanniana Tich.) hat in neuester Zeit die Hanffelder des Gouvernement Smolensk verheert. Ein dritter Becherpilz (Peziza ciborioides Fr.) erzeugt den seit 1870 in verschiedenen Gegenden Deutschlands beobachteten, sogenannten Kleekrebs, welcher sowol am gemeinen Kopfklee (Trifolium pratense) als am Inkarnatklee (T. incarnatum), sowie am Weißklee (T. repens) und am Bastardklee (T. hybridum) in Form schwarzer Knötchen auftritt.

Zum Schlusse sei noch auf die räthselhaften und wunderbaren Schleimpilze (Myxomycetes) aufmerksam gemacht. So hat man eine Gruppe von Geschöpfen genannt, welche der Mehrzahl nach auf und in faulem Holze und anderen todten oder in Zersetzung begriffenen Pflanzenstoffen leben und mit den Pilzen wenig mehr als den Namen gemein haben. Ein Mycelium fehlt ihnen.

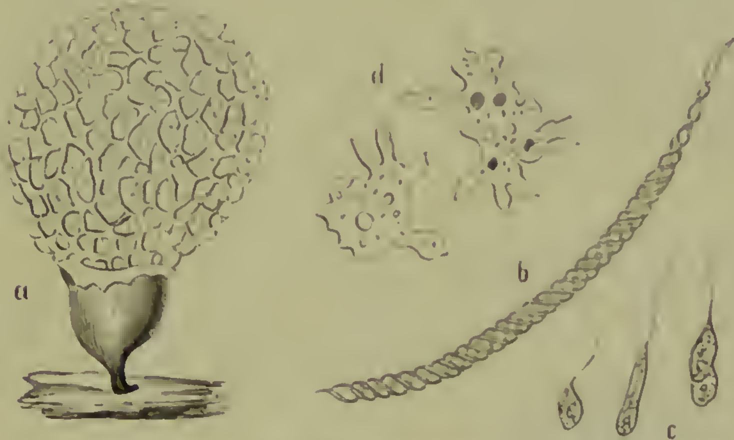


Fig. 72. Schleimpilze.

Ihre Fruchtkörper haben äußerlich eine gewisse Aehnlichkeit mit denen der Bauchpilze, weshalb man die Schleimpilze früher zu der genannten Pilzgruppe gerechnet hat. Sie unterscheiden sich aber von allen Pilzen dadurch, daß ihr Fruchtkörper gar nicht aus Zellen zusammengesetzt ist, sondern aus einer strukturlosen, einfachen oder doppelten Haut besteht, in welcher gewöhnlich zahlreiche Körner von Kalk eingebettet sind. Die innere Höhlung pflegt von einem aus netzförmig verbundenen oder aus weißen Röhren oder Fasern gebildeten Geflecht erfüllt zu sein, dessen Zwischenräume von staubartig feinen, einzelligen, dunkel oder lebhaft gefärbten Sporen angefüllt sind, die schließlich beim Zerreißen der Hülle durch das sich ausdehnende Faserwerk (das capillitium) ausgestreut werden. Fig. 72 zeigt bei a einen aufgeplatzten Fruchtkörper der auf faulem Holze wachsenden Arcyria punicea mit dem hervorgetretenen Faserwerk in schwacher Vergrößerung, bei b ein Stück einer solchen Faser von Trichia varia, stark vergrößert. Aus den Sporen schlüpfen gallertartige Schwärmer

*) Vgl. meine „Mikroskopischen Feinde des Waldes". 2. Heft. Dresden, 1867.

aus, welche sich im Wasser mittels einer langen Wimper schaukelnd, außerhalb des Wassers aber kriechend fortbewegen, indem sie an beliebigen Stellen fadenförmige Fortsätze ausstrecken und wieder einziehen. Es ist dieselbe Bewegungsweise, welche wir schon bei den Rhizopoden (s. oben S. 54) kennen gelernt haben. Dergleichen Schwärmer (Fig. 72 c) vereinigen sich allmählich zu größern, schleimig-gallertartigen, ganz unbestimmten Massen, Plasmodien genannt (Fig. 72 d), welche in derselben Weise umherkriechen und bei der sogenannten Lohblüte, einem in Gerberlohe häufig vorkommenden, sehr großen Schleimpilze, bis 28 Centim. Durchmesser erreichen. Bei dem genannten Schleimpilz, dessen Fruchtkörper einen rundlichen Kuchen von bis 28 Centim. Durchmesser und bis 2 Millim. Dicke bildet, sind die Plasmodien dottergelb; bei den meisten übrigen Schleimpilzen pflegen sie farblos zu sein. Endlich zieht sich ein solches Plasmodium zusammen und bildet sich unmittelbar in einen oder in mehrere Fruchtkörper um. De Bary, dem wir unsere gegenwärtige Kenntniß von der Entwicklungsgeschichte dieser seltsamen Geschöpfe verdanken, ist geneigt, dieselben für Thiere zu halten, und nennt sie deshalb Mycetozoen, d. h. Pilzthiere. So viel ist sicher, daß diese Geschöpfe mit den eigentlichen Pilzen nichts gemein haben und daß sie auf der Grenze zwischen dem Thier- und Pflanzenreiche stehen. Eine noch andere Gruppe räthselhafter Geschöpfe, die man auch zu den Pilzen gestellt hat, die sogenannten Spaltpilze (Schizomycetes), soll der freundliche Leser im achten Abschnitte kennen lernen.

Die Flechten.

Vielleicht ist meinen geehrten Lesern nicht recht bekannt, was „Flechten" sind. Die Volkssprache kennt wenigstens dieses Wort als Benennung einer Pflanzengruppe bis jetzt noch nicht und versteht unter „Flechten" entweder etwas Geflochtenes oder jene häßliche Hautkrankheit, welche schon so manches schöne Gesicht verunstaltet hat. In der That ist die Aehnlichkeit, welche gewisse Arten derjenigen Sporenpflanzen, die in der Wissenschaft „Flechten" genannt werden, in ihrer äußern Erscheinung mit dem gleichnamigen Hautübel haben, die Ursache gewesen, daß man jene ganze Pflanzenklasse mit dem Namen dieser Krankheit belegt hat. Mit dieser Bemerkung habe ich aber des Lesers Kenntniß der „Flechten" genannten Pflanzen noch nicht um einen Schritt gefördert; ich muß ihm daher zunächst sagen, was für Gewächse man in der Wissenschaft unter dem Namen „Flechten" versteht.

Es sind meinen Lesern gewiß schon oft die dotter- bis orangegelben Flecken aufgefallen, welche die Stämme aller älteren Bäume bisweilen in großer Menge bedecken, aber fast immer blos an einer Seite, nämlich an derjenigen, welche den feuchten Luftströmungen am meisten und häufigsten ausgesetzt ist, d. h. bei uns an der Nord- und Westseite. Hat man sich einmal die Mühe genommen, diese Flecken näher zu untersuchen, so wird man bemerkt haben, daß dieselben von einem der Rinde fest aufgedrückten, rundlichen, am Rande zierlich gelappten, sonst faltigen oder runzligen Laube von der genannten Farbe herrühren, auf dessen Oberfläche in der Mitte sich zahlreiche kleine zierliche Schüsselchen von derselben Farbe befanden. Dieses Gebilde ist eine Flechte, und zwar die gemeine Wandflechte (Physcia parietina), eine der allergemeinsten und über die ganze



Fig. 73. Die Wandflechte. Fig. 74. Die Renthierflechte. Fig. 75. Die Bartflechte. Fig. 76. A. Die geographische Scheibenflechte. Fig. 76. B. Flechtenfrucht.

Erde verbreiteten Flechten, die man in unseren Gegenden namentlich an den Stämmen der italienischen Pappeln in ungeheurer Menge finden wird. Fig. 73 stellt diese wegen ihrer schönen gelben Farbe sich schon von fern ankündigende

Flechte in natürlicher Größe dar. Man wird vielleicht an demselben Stamme, den diese schöne Flechte bewohnt, noch mehrere andere ganz ähnlich gestaltete Gebilde, nur von anderer Farbe und anderer Zertheilung des Laubes, gewahren, und noch andere kann man an Felswänden, an Mauern, Planken, Zäunen, auf Schindel-, Stroh- und Ziegeldächern finden. Alle diese Gebilde sind Flechten, und zwar Laubflechten, so genannt, weil ihr Körper in Form eines gelappten Laubes ausgebildet ist. Wer kennt ferner nicht das isländische Moos (Cetraria islandica), welches schon so manchem Brustkranken Erleichterung und Heilung verschafft hat? Auch dieses ist eine Flechte, aber eine Strauchflechte. So nennt man nämlich diejenigen Flechten, deren Körper unter der Form eines kleinen aufrechten, vielfach verästelten Strauches erscheint. Fig. 74 zeigt uns eine andere Strauchflechte, und zwar eine der gemeinsten, die man überall auf Heideboden, in der Ebene wie auf den Gebirgen, finden kann. Es ist das bekannte Renthiermoos (Cladonia rangiferina), eine Flechte, die ihren Namen deshalb erhalten hat, weil sie in den Polargegenden den Renthieren, jenen so überaus nützlichen Geschöpfen, welche den Bewohnern der Polarzone unentbehrlich sind, vorzugsweise als Nahrung dient. Zu derselben Gattung gehören die zierlichen grünlichgrauen Becher, welche der Leser gewiß schon oft auf alten Lehmmauern bemerkt haben wird, sowie die korallenartigen, weißgrauen, oft mit kleinen, oberseits graugrünen Blättchen besetzten Zwerchsträuchlein, deren Gipfeläſtchen sich ebenfalls becher-, oder trompetenförmig erweitern und am Rande mit bald braunen, bald schön rothen Köpfchen besetzt sind, Flechten, welche besonders auf feuchter Erde in Gebirgsgegenden häufig wachsen und von den Bewohnern des Riesengebirges, des Harzes, der Sächsischen Schweiz, des böhmisch-lausitzischen und anderer Gebirge Deutschlands nebst Preißelbeerzweigen vorzüglich gern zur Verzierung der sogenannten „Mooskränze“ benutzt zu werden pflegen, die der Hauptsache nach meist aus der Renthierflechte gemacht sind. Endlich werden dem geehrten Leser auch die weißgrauen ehrwürdigen Bärte, welche von den Aesten alter Fichten und Tannen, besonders in Bergwäldern, herabhängen und jene Bäume oft in höchst malerischer und phantastischer Weise schmücken, gewiß nicht entgangen sein. Auch diese rühren von einer Flechte, einer Bartflechte, her. So nennt man nämlich Flechten mit strauchartig verzweigtem Körper, deren Stämme und Aeste fadenförmig sind und so wenig Festigkeit besitzen, daß sie sich selbst aufrecht nicht erhalten können, sondern herabhängen. Fig. 75 stellt ein Stückchen der gemeinen Bartflechte (Usnea barbata) vor, die man in allen Wäldern, besonders Nadelwäldern, finden kann und auch oft an Obstbäumen bemerken wird.

Wir haben also Laub-, Strauch- und Bartflechten zu unterscheiden, aber damit ist der Formenkreis der Flechtenwelt noch nicht erschöpft. Sehr viele Flechten, die meist an Felsen und Bäumen, seltener auf der nackten Erde wachsen, erscheinen nämlich dem bloßen Auge als bald dicke, bald sehr dünne Krusten, und diese Krustenflechten sind es, welche den Flechten überhaupt ihren Namen gegeben haben. In der That wird man, wenn man Fig. 76 A ansieht, welche die geographische Scheibenflechte (Lecidea geographica) darstellt, eine gewisse Aehnlichkeit dieses seltsamen Gewächses mit dem Flechtenausschlag der menschlichen Haut nicht in Abrede stellen können. Diese Aehnlichkeit fällt um so mehr in die Augen, als unsere Abbildung schwarz ist; in der Natur würde dem

Beschauer dieselbe weniger einleuchten, indem dort jene auf Steinblöcken und Felsen höherer Gebirge sehr häufig wachsende Flechte eine lebhaft grüngelbe Farbe hat. Die Krustenflechten sind im Allgemeinen die unvollkommensten, die Bartflechten dagegen die vollkommensten aller Flechten.

Trotz dieser sehr verschiedenen Gestaltung des Flechtenkörpers bietet derselbe doch bei weitem keine solche Mannichfaltigkeit in seinem Bau dar, wie der Pilzkörper. Denn mit Ausnahme der sogenannten Gallertflechten, von denen wir hier füglich absehen können, da sie blos einen kleinen Theil der Flechtenwelt ausmachen und im Ganzen ziemlich selten vorkommen, besteht der eigentliche Körper (das Lager, thallus) aller Flechten, er mag nun krusten-, laub-, strauch- oder bartförmig sein, aus drei verschiedenen Schichten von Zellgeweben, nämlich aus einer Rinden-, Mark- und einer mittleren, zwischen beiden gelegenen Schicht. Die mittelste Schicht wird immer von großen, meist kugligen, grün, grünlichgelb, seltener blaugrün oder anders gefärbten chlorophyllhaltigen Zellen gebildet, während die anderen Schichten aus fadenförmigen und verzweigten Zellen zusammengesetzt sind (Fig. 78 I. senkrechter Querschnitt durch den Thallus der Sticta fuliginosa, in 500facher Linienvergrößerung: o Rindenschicht, g Gonidienschicht, m Markschicht, u Rindenschicht der untern Fläche und r 2 Haftfasern; nach J. Sachs).

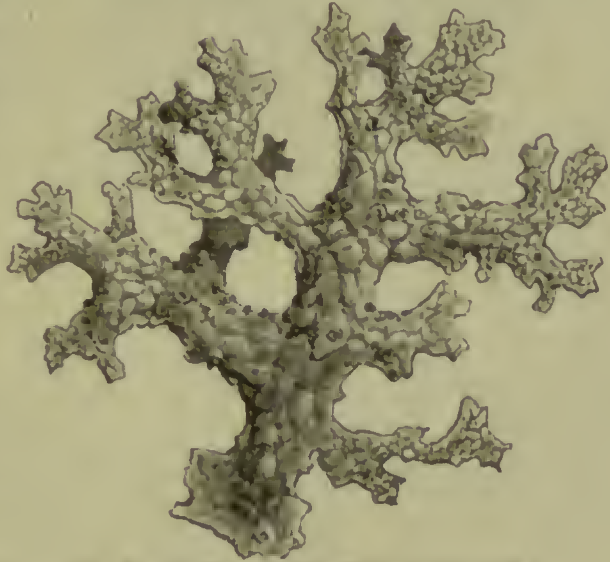


Fig. 77. Die Lungenflechte (Sticta pulmonaria).

Namentlich besteht bei den Laubflechten das unter der Keimschicht, wie man die aus grünen Kugelzellen zusammengesetzte Schicht nennt, befindliche Gewebe aus kurzen, verzweigten, steifen, durch einander gewirrten Fadenzellen. Dieser Bau läßt sich natürlich nur an zarten Durchschnitten unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung erkennen, denn die Flechtenzellen sind sehr wenig durchsichtig, weil sie in der Regel dicke Wände besitzen. Die Sporen entstehen bei allen Flechten in keulenförmigen Schläuchen, in denen sie gewöhnlich in zwei Reihen neben einander liegen, und sind bald ein-, bald zwei-, bald vielzellig. Die zuletzt an der Spitze sich öffnenden Sporenschläuche befinden sich in einer aus lauter einfachen, unverzweigten Fadenzellen, sogenannten Saftfäden, bestehenden Schicht, welche entweder die Oberfläche oder die Innenwandung der Flechtenfrüchte überzieht. Letztere erscheinen bald als kuglige oder halbkuglige Köpfchen, bald als platte, schildförmige Scheiben, bald unter der Form kleiner Schüsseln oder Teller mit erhabenem Rande, bald als vertiefte rinnenförmige Stäbchen, die nicht selten die Form arabischer Schriftzüge nachahmen, bald blos als Flecken oder Punkte, und entwickeln sich bei den Krusten- und Laubflechten im Centrum, bei den Strauch- und Bartflechten an den Enden

der Aeste und Seitenzweige des Thallus. In der ersten Jugend ist die Flechtenfrucht stets eine geschlossene Halbkugel, welche als Kern den sporenerzeugenden Apparat (das Thalamium) enthält. Bei vielen Flechten verharrt die Frucht in diesem Zustande, bis die Sporen vollkommen reif geworden sind, worauf sie entweder am Scheitel unregelmäßig berstet oder sich daselbst ein kleines Loch bildet, durch welches die Sporen entweichen. Bei den übrigen Flechten öffnet sich die junge Frucht sehr bald am Scheitel und breitet sich nun zu einem meist schild-, teller- oder schüsselförmigen Organe aus, dessen obere Fläche das Thalamium überzieht.

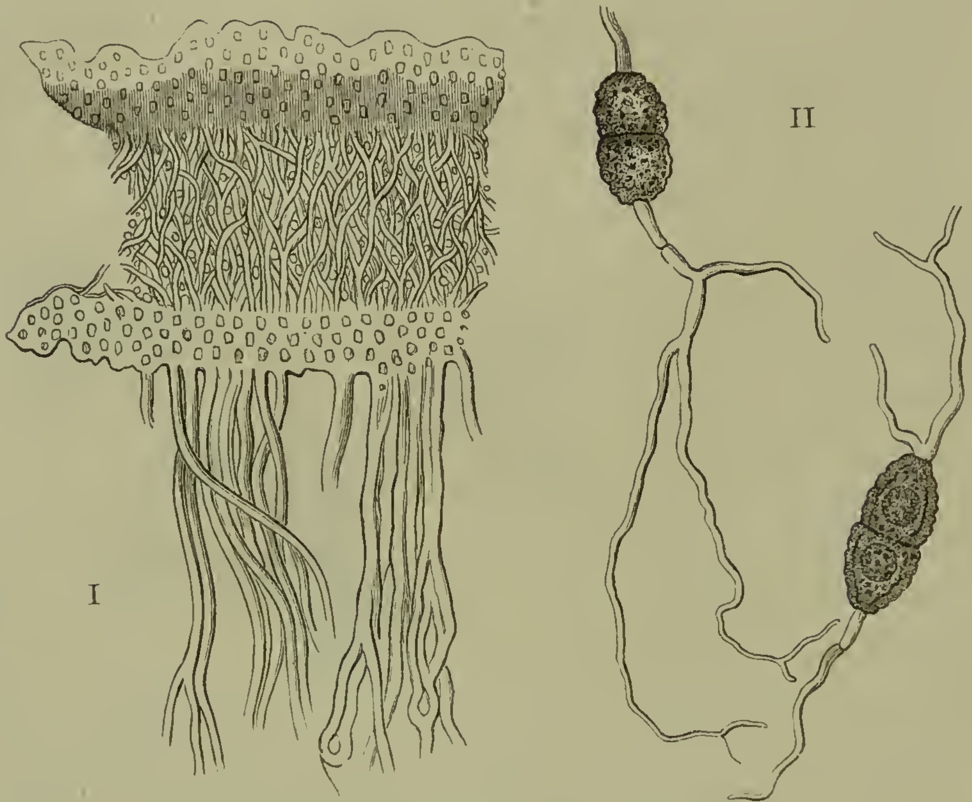


Fig. 78. Flechtenthallus im Durchschnitt und keimende Flechtensporen.

Fig. 76 B stellt bei a die Frucht einer Schlüsselflechte (Parmelia) im senkrechten Durchschnitt blos sechsmal vergrößert dar. Die oberste, fein gestrichelte Schicht ist das Thalamium, von dem bei b ein Stückchen in vierhundertfacher Vergrößerung erscheint; c ist eine Spore, tausendmal vergrößert. Dieselbe besteht aus zwei von der Membran ihrer Mutterzelle umhüllten Zellen, in deren Innerem sich Oeltröpfchen befinden. Die Flechtensporen sind meist farblos, seltener gefärbt und dann gewöhnlich schwarzbraun. Sie keimen ganz ähnlich, wie die Pilzsporen, indem ihre innere Haut die derbe Außenhaut durchbricht und sich zu einem farblosen Schlauch ausdehnt, der sich sodann verzweigt. Bei mehrzelligen Sporen — und die meisten Flechtensporen sind aus zwei oder mehr Zellen zusammengesetzt — entsendet jede Zelle einen solchen Keimschlauch (Fig. 78 II). Ganz dasselbe geschieht bei der Keimung mehrzelliger Pilzsporen (s. Fig. 65 b).

Häufiger als durch die Sporen pflanzen sich die Flechten durch die obenerwähnten grünen oder gelbgrünen Kugelzellen fort, welche unter der obern oder der Rindenschicht des Thallus immer eine zusammenhängende Schicht bilden, die sich auf dem Vertikaldurchschnitt des Thallus schon dem bloßen Auge als ein grüner Strich zu erkennen giebt. Diese Zellen, die Keimzellen (Gonidien), treten nämlich oft, bald einzeln, bald gruppenweise, aus der Rindenschicht hervor und bilden, indem sie sich mit einem dünnen Gewebe von Fadenzellen umgeben, kleine pulverige Häufchen auf der Oberfläche oder an den Rändern des Thallus, so genannte Soredien. Diese Soredien können unter Umständen sich sofort zu einem neuen Flechtenthallus weiter entwickeln. Von vielen Flechten kennt man bis jetzt blos die Gonidien, indem dieselben Früchte gar nicht oder vielleicht nur höchst selten zu entwickeln scheinen. Die Fruchtbildung beginnt bei den Flechten überhaupt erst im späten Alter, bei vielen Arten so spät, daß man lange suchen muß, bevor man ein fruchttragendes Exemplar findet. Die Sporen entwickeln sich ebenfalls außerordentlich langsam, ihre Zahl ist im Vergleich mit derjenigen der Pilzsporen eine sehr geringe.

Wegen der Entstehung der Sporen in Schläuchen und wegen der Gestaltung dieser Sporenschläuche ähneln die Flechten den oben geschilderten Schlauchpilzen ungemein, ja es giebt Krustenflechten, deren Früchte genau so aussehen, wie die Sporenträger oder Früchte vieler Kernpilze. Dazu kommt, daß auch die verzweigten, meist aus gestreckten, an einander gereihten Zellen zusammengesetzten Fäden, aus denen die Rinden- und Markschicht des Thallus gewebt ist, sowol bezüglich ihres Wachsens als auch hinsichtlich des Stoffes, aus den ihre Wandungen bestehen, den Hyphen der Pilze außerordentlich ähneln. Dagegen zeigen die Gonidien große Uebereinstimmung, ja oft völlige Identität mit den Zellen gewisser Algen. Da nun die verzweigten pilzähnlichen Hyphen mit den algenähnlichen Gonidien in keiner innigen Verbindung stehen, sondern jeder dieser Gewebtheile ein selbständiges Leben zu führen scheint, so ist der Thallus der Flechten gewissermaßen aus Pilzgewebe und Algenzellen zusammengesetzt und stehen die Flechten zwischen den Pilzen und Algen mitten inne, und zwar den erstern näher als den letztern. Das gilt wenigstens von den meisten Flechten, denn allerdings giebt es auch Flechten (unter andern die sogenannten Gallertflechten), welche viel mehr Verwandtschaft mit Algen als mit Pilzen haben.

Diese Thatsachen haben eine in neuester Zeit, zuerst durch Prof. Schwendener in Basel und den französischen Naturforscher Bornet ausgesprochene Ansicht über das Wesen der Flechten veranlaßt, welche hier um so weniger mit Stillschweigen übergangen werden darf, als sie einen wissenschaftlichen Streit hervorgerufen hat, durch den gegenwärtig die Flechtenforscher in zwei feindliche Lager getheilt sind. Die genannten Forscher und deren Anhänger behaupten nämlich, daß die Flechten oder vielmehr die ihren Körper zusammensetzenden Hyphen (Fadenzellen) Mycelien von Pilzen, und zwar von Kernpilzen seien, welche auf einzelligen Algen (den Gonidien) schmarotzen, d. h. sich von deren Inhalt ernähren und endlich die in der That mit den Fruchtkörpern vieler Kernpilze völlig identischen Sporenschlauchfrüchte (Apothecien) hervorbringen. So sollen die spangrün gefärbten Gonidien der Lungenflechte (Sticta palmonaria, s. Fig. 76) und von Peltigera mit Arten der einzelligen Algengattung Gloeocapsa, diejenigen der Wandflechte (Physcia parietina), der isländischen und Renthierflechte mit Arten

der Algengattung Cystococcus, diejenigen der Graphideen oder Schriftflechten mit Arten der Algengattung Chroolepis, diejenigen der Collemaceen oder Gallertflechten mit Arten der Algengattung Nostoc völlig identisch sein und für sich allein in Kultur genommen sich in ganz gleicher Weise, wie die genannten Algen, weiter entwickeln. So erzeugten gute isolirte Gonidien der Wandflechte, in Wasser gelegt, nachdem sie sich vergrößert hatten, Schwärmsporen. Ferner hat Schwendener das Eindringen von Hyphen einer Gallertflechte in eine isolirte Nostocalge direkt beobachtet, ja, dem Professor Rees (in Erlangen) soll es gelungen sein, durch Keimenlassen der Sporen einer Flechte in unmittelbarer Nähe einer solchen Alge den Anfang eines Flechtenthallus künstlich zu erzeugen. Trotz Alledem ist der Streit, ob die Flechten wie bisher als selbständige Organismen oder wirklich als auf Algen schmarotzende Kernpilze anzusehen seien, noch keineswegs endgiltig entschieden, weshalb auch hier nicht näher auf die bis jetzt vorliegenden Forschungen eingegangen werden kann.

Von den Pilzen unterscheiden sich übrigens die Flechten trotz der erwähnten nahen Beziehungen in vielen Stücken sehr wesentlich. Erstlich besitzen alle Flechten kein deutliches Mycelium, denn ihr Körper, der Thallus, welcher entweder, wie bei den Krustenflechten, mit seiner Unterlage fest verwachsen oder, wie bei der Mehrzahl der übrigen Flechten mittels wurzelartiger Fasern oder endlich, wie bei einigen Laubflechten, mittels einer im Centrum der untern Fläche befindlichen Scheibe an die Unterlage befestigt ist, entspricht viel mehr dem Fruchtkörper der Diskomyceten (z. B. der strauchige Thallus dem ebenfalls strauchigen Fruchtkörper mancher Clavarien) als einem Mycelium. Sodann sind die Flechten keine Schmarotzer, auch die an Baumstämmen und auf Blättern anderer Pflanzen wachsenden Flechten nicht ausgenommen, indem sie lediglich von dem in der Luft enthaltenen Wasserdampfe und von dem Regenwasser und Thau zu leben scheinen. Die Baumstämme, Blätter, Felswände, Mauern u. s. w., auf denen sie wachsen, dienen ihnen blos zur Unterlage. Ferner ist das Gewebe aller Flechten sehr arm an Stickstoff; dagegen enthalten ihre Gonidien stets einen Stoff, der den Pilzen gänzlich abgeht, nämlich Pflanzengrün (Chlorophyll). Von diesem Stoffe rührt die grüne Farbe der Keimzellen her. Endlich besitzen die Flechten eine viel längere Lebensdauer und ein viel zäheres Leben als die Pilze, was darauf beruht, daß ihre Zellen aus einem viel weniger vergänglichen Stoffe bestehen und die Fähigkeit besitzen, selbst nachdem sie bereits aus Mangel an Feuchtigkeit gänzlich vertrocknet sind und Jahre lang in diesem Zustande verharrt haben, wieder aufzuleben und ihre Lebensthätigkeit fortzusetzen, sobald sie mit Wasser in Berührung kommen. Dieses saugen nämlich die zusammengefallenen Flechtenzellen begierig auf und dehnen sich infolge davon aus, um ihre ursprüngliche Form wieder anzunehmen. Daher erscheint die Flechtenvegetation während des Sommers, besonders in solchen Gegenden der Erde, wo es in dieser Jahreszeit nicht regnet, wie todt, indem der Flechtenleib zusammenschrumpft und oft so ausgetrocknet ist, daß er sich zu Staub zerreiben läßt; allein der erste Regen erweckt sie wieder aus ihrem Scheintode zu neuem, freudigem Leben. Weil die Flechten gänzlich auf die Feuchtigkeit der Luft angewiesen sind, so vegetiren sie im Winter, in den Tropenzonen während der Regenzeiten am freudigsten und kräftigsten. Die Mehrzahl derselben erreicht ein hohes Alter, ja das Alter mancher auf Felsen (namentlich auf sogenannten erratischen Blöcken) wachsenden

Krustenflechten mag, nach der Meinung eines der erfahrensten Flechtenkenner, des verstorbenen v. Flotow, Jahrtausende betragen. Schließlich muß ich noch bemerken, daß viele Flechten eine verschiedene Farbe besitzen, je nachdem sie trocken oder feucht sind. Bei diesen Flechten werden nämlich die Zellen der Rindenschicht oder der obern Schicht gallertartig durchsichtig, sowie sie im Wasser aufquellen und sich ausdehnen; dagegen undurchsichtig, sobald sie infolge von Wassermangel und Hitze austrocknen. Dann muß selbstverständlich der ganze Thallus die Farbe der Rindenschicht annehmen, während im feuchten Zustande seine Farbe von derjenigen der durch die wasserhelle Rindenschicht durchschimmernden mittlern Zellenschicht bedingt wird. So sieht eine sehr hübsche, auf unsern Apfelbäumen häufig wachsende Schüsselflechte, die Parmelia obscura, bei trockenem Wetter graubraun, bei regnerischer Witterung dagegen schön grün aus. Die Flechten sind unschädliche Gewächse; giftige Arten, welche unter den Pilzen so häufig vorkommen, hat man wenigstens bis jetzt unter ihnen noch nicht gefunden. Mehrere Flechten gewähren dem Menschen großen Nutzen. Dahin gehören vor allen die an sogenannter Flechtenstärke reichen Strauchflechten, welche in den Polargegenden zu Mehl zerrieben und zur Brotbereitung benutzt werden. Bei manchen Strauchflechten, insbesondere bei der im Norden so verbreiteten isländischen Flechte, bestehen nämlich die Wände der Hyphenzellen, der Rinde oder auch der Markschicht aus einem der Stärke ähnlichen Stoffe, den die Chemiker Flechtenstärke oder Lichenin genannt haben.

Die Algen.

Mit den Algen wird es manchem Leser vielleicht eben so ergehen, wie mit den Flechten, nämlich er wird nicht recht wissen, was für Pflanzen unter diesem Namen gemeint sind. Ich will ihn daher zunächst auf einige Erscheinungen der Algenwelt aufmerksam machen, die er bereits hundertmal bemerkt haben wird, ohne zu ahnen, daß er seine Blicke gleichgiltig oder wol gar mit Ekel über eine Welt zarter Gewächse von unvergleichlicher Schönheit und wunderbarer Lebensthätigkeit gleiten läßt. Man sehe einmal die vom Wasser triefende Welle eines Mühlrades an. Man wird sie mit gallertartigen Klumpen von durchsichtig grüner Farbe und mit schopf- oder bartförmigen Massen eines feinen Fadengeflechts von derselben Farbe bedeckt finden. Es sind Kolonien von Algen. Um die Zeit, wenn die Frösche ihren fröhlichen Frühlingsruf zu erheben anfangen, wird man häufig bemerkt haben, daß an der Oberfläche der bis dahin noch ganz reinen Teiche große, rundliche, aus Klumpen von gelblichgrünem Schlamm bestehende Flecken sichtbar werden. Es sind ebenfalls Kolonien von Algen. Im Sommer wird man oft Wassergräben, ja ganze Teiche mit wolkenförmigen Massen eines feinfädigen, grünen Gespinnstes erfüllt gesehen, sowie an den Steinen klarer Bäche Büschel und flutende Bärte von feinen, grünen, schlüpfrigen Fäden bemerkt haben. Auch hier hatte man Kolonien von Algen vor sich. Sollte Jemand endlich eine Reise nach einem Nordseebad, z. B. Helgoland, Wangeroge oder Norderney gemacht haben, so werden ihm gewiß die wallartigen Massen von braunem Schlamm aufgefallen sein, welche längs des Strandes hinziehen. Es sind Anhäufungen von Meeralgen, welche die Wellen

ans Land gespült haben, und hätte er sich durch den allerdings oft pestilenzialischen Geruch, den solcher ausgeworfener Meerschlamm sehr bald zu entwickeln beginnt, nicht abhalten lassen, solche Algenhaufen mit seinem Stocke aus einander zu wühlen, so würde er Gewächse von schon mit bloßen Augen wahrzunehmender wunderbarer Schönheit und überraschender Farbenpracht darin gefunden haben. Bereits oben S. 37 und 38 habe ich den Eindruck zu schildern versucht, den ein Algengarten des Meeres, d. h. ein mit Algenbüscheln dicht bekleideter und von durchsichtigem Wasser bedeckter Meeresgrund auf Jeden, welcher Interesse an der Natur hat, machen muß.

Aus diesen Bemerkungen wird man bereits schließen, daß die Algen Wassergewächse sind und sowol in süßem als in salzigem Wasser, in Binnengewässern und im Meere vorkommen. In der That bewohnt die überwiegende Mehrheit der Algen das Wasser, nur wenige wachsen, gleich den Flechten, an der Luft, an Baumstämmen und Felsen. Die Süßwasseralgen finden sich vorzüglich in Landseen, Teichen, Wasserbassins, Gräben, Trögen, in stagnirenden Flüssen und Bächen, seltener in schnellfließenden Gewässern oder in hellen Quellen, und zeichnen sich fast alle durch eine prächtig grüne Farbe aus, indem ihre Zellen sehr reich an Pflanzengrün (Chlorophyll) sind. Die Meeralgen, welche vielleicht mehr als zwei Drittheile der gesammten Algenvegetation ausmachen, haben im Allgemeinen eine derbere Beschaffenheit als die Süßwasseralgen und bieten einen unglaublichen Formen- und Farbenreichthum dar. Ein reines Pflanzengrün findet sich jedoch bei diesen selten; dagegen kommen bei ihnen die prachtvollsten Nüancen von Roth, Violett und Braun vor. Bei ihnen ist nämlich das Chlorophyll, welches auch ihre Zellen enthalten, mehr oder weniger von verschiedenen Farbstoffen, die man unter dem gemeinsamen Namen Phykochrom (Algenfarbstoff) zusammenzufassen pflegt, durchdrungen oder bedeckt, weshalb seine grüne Farbe gar nicht oder nur wenig zur Geltung kommen kann. Sowol bei den Meer- als bei den Süßwasseralgen wechselt die Größe des Algenkörpers außerordentlich, doch sind im Allgemeinen die Meeralgen größer als die Süßwasseralgen, ja unter den sogenannten Tangen, d. h. Meeralgen von leder- oder knorpelartigem Gewebe, finden sich Arten, deren Körper Hunderte von Klaftern lang wird. Dahin gehört der antarktische Riesentang (Macrocystis pyrifera) im südlichen Polarmeere, dessen Stamm eine Länge von 500 Meter erreichen soll. Dagegen ist der Protococcus atlanticus, eine mikroskopische einzellige Alge, welche das Atlantische Meer oft auf Strecken von mehreren Meilen im Durchmesser blutroth färbt, ein Bruder des S. 101 geschilderten „rothen Schnees", so klein, daß 60,000 Exemplare davon, dicht neben einander gelegt, erst ein Viereck von 1 Millim. bedecken würden! Zu den größten Süßwasseralgen gehört die in hellen Bächen wachsende Cladophora longissima; doch werden ihre Fäden wol selten über 1 $^1/_3$ Meter lang.

Die Algen, deren Name der lateinischen Sprache entlehnt ist und Wassergewächs bedeutet, sind eine überaus artenreiche Gruppe des Pflanzenreichs. Es bietet ihr Leib einen unglaublichen Formenreichthum und eine außerordentliche Verschiedenheit des innern Baues dar, in welcher Hinsicht diese Gewächse die Pilze beinahe noch übertreffen. Auf der niedrigsten Stufe der Entwicklung besteht der Algenkörper, gleich dem unvollkommensten Pilzkörper, aus einer einzigen Zelle. Nichtsdestoweniger tritt uns schon bei diesen einzelligen Algen

ein Formenreichthum und eine Größenverschiedenheit entgegen, welche wir selbst bei den mehrzelligen Pilzen vergeblich suchen. Aus der ursprünglichen Kugelgestalt der sich frei überlassenen Zelle, wie dieselbe viele Protococcusarten besitzen, entstehen durch verschiedene Ausdehnungsweise der Zellenhaut die wunderbarsten Formen, manche derselben oft von unvergleichlicher Schönheit und Eleganz. Dahin gehören, außer den rein mikroskopischen Desmidieen und Diatomeen, welche bereits ausführlich geschildert worden sind, viele größere einzellige Meer und Süßwasseralgen, deren Zelle faden , pinsel , fächer oder strauchförmig verästelt ist. Die Mehrzahl der einzelligen Algen schwimmt frei im Wasser; einige, wie z. B. die großen das Meer bewohnenden Caulerpeen (s. oben), sind mittels wurzelähnlicher Fasern, andere, ebenfalls Meeralgen, mittels Scheiben oder Saugwarzen gleich den Laubflechten an Steine und andere feste Gegenstände im Wasser angeheftet. Einige wenige endlich liegen, meist in Schleim eingebettet, lose auf feuchter Erde und Schnee, oder kleben an feuchten, schattigen Baumstämmen, Mauern und Felsen. Die mehrzelligen Algen lassen drei Hauptorganisationsstufen erkennen. Auf der niedrigsten besteht der Algenkörper aus linienförmig an einander gereihten Zellen, ist also eine Zellenreihe oder ein Faden; auf der zweiten ist er aus flächenförmig an einander gereihten Zellen zusammengesetzt, folglich eine Zellenschicht oder eine Membran; auf der dritten endlich sind die Zellen in allen Richtungen des Raumes mit einander verbunden und bilden einen Zellenkörper, welcher bald als verästelter Strauch, bald als ein Fächer, bald als ein gabelförmig oder federförmig zertheiltes dickes Laub u. s. w. erscheint. Der einschichtige Algenkörper tritt gewöhnlich unter der Form eines dünnen, gelappten oder gefaltelten und krausen, bisweilen fächer- oder federförmig zertheilten Laubes auf: der fadenförmige Algenkörper ist entweder einfach oder verzweigt. Die mehrzelligen Algen schwimmen theils frei im Wasser, theils sitzen sie mittels Haftfasern und Haftscheiben an Steinen, Muscheln und anderen ruhenden Gegenständen fest.

Die Zellen der Algen sind äußerst zart, doch ungleich vollkommener als diejenigen der Flechten und Pilze, indem sich an ihnen bereits alle Theile der höheren Pflanzenzelle, welche wir weiter unten kennen lernen werden, vorfinden, was bei den Zellen der bisher geschilderten Sporengewächse nicht der Fall ist. Die Membran der Algenzellen ist gewöhnlich wasserhell durchsichtig, der Innenraum dagegen mit zahlreichen Farbstoffkügelchen erfüllt und zwar bei fast allen Süßwasseralgen, wie auch bei vielen Meeralgen, mit schön grünen Farbkügelchen (Chlorophyllkörnern), bei der Mehrzahl der Meeralgen mit olivenbraunen, violetten, hell- und dunkelrothen Körnchen. Das Chlorophyll unserer Süßwasseralgen findet sich nicht blos in Körnchen, in welcher Form es auch in den Zellen der höheren Pflanzen vorkommt, sondern auch bisweilen in Form von oft zierlich gezackten Bändern und Streifen, sowie von Sternen. So ist bei der Fadenalgengattung Spirogyra, von welcher viele Arten in unseren Teichen und Wassergräben leben, eine jede der cylindrischen Zellen mit einem solchen zierlichen, spiralförmig gewundenen Chlorophyllbande inwendig ausgekleidet, weshalb diese Algen unter dem Mikroskop einen reizenden Anblick gewähren (s. Fig. 85). Das Chlorophyll dient übrigens nicht blos dazu, den Algen ihre Farbe zu geben, sondern es spielt bei denselben, wie überhaupt bei allen chlorophyllhaltigen Pflanzen, noch eine andere, überaus wichtige Rolle. Es dient

nämlich dazu, die aus dem Wasser oder Boden oder der Luft ausgesogenen unorganischen Stoffe zu zerlegen und daraus organische Stoffe zu bilden einen Vorgang, den wir weiter unten genauer kennen lernen werden. Ja, bei manchen Algen spielen die Chlorophyllkörner die Rollen von Zellen. Das merkwürdigste Beispiel dafür liefert das sogenannte Wassernetz (Hydrodictyon utriculare), die wunderbarste aller Süßwasseralgen, welche hier und da in Wassergräben schwimmend gefunden wird und sich mit unglaublicher Schnelligkeit vermehrt. Diese Alge besteht aus großen cylindrischen Zellen, welche zu sechsseitigen Maschen verbunden sind, und diese Maschen bilden zusammen ein rings geschlossenes, schlauchartiges Netz, das wol an eine halbe Elle lang wird. Jede einzelne Zelle ist Anfangs mit einer chlorophyllgrünen Schicht ausgekleidet. Bald zerfällt dieselbe in einzelne kleine Körnchen, welche nun eine zitternde Bewegung zeigen, die ungefähr eine halbe Stunde anhält. Hierauf gruppiren sich dieselben netzförmig und dehnen sich nach zwei Seiten hin aus. So wird binnen kurzer Zeit ein neues Netz en miniature fertig. Die Zahl der in einer Mutterzelle sich bildenden Körnchen, welche sich in Zellen verwandeln, beträgt gewöhnlich 7000 bis 20,000 Stück! Zu einer bestimmten Zeit enthält fast eine jede Zelle des alten Mutternetzes ein kleines Tochternetz. Letzteres zersprengt zuletzt durch seine fortgesetzte Ausdehnung die Mutterzelle, gelangt ins Freie und erreicht nun binnen Kurzem die Größe des alten Netzes. Diese eigenthümliche, im Pflanzenreich einzig dastehende Vermehrungsweise dieser interessanten Alge, welche gewissermaßen lebendige Junge gebiert, erklärt es, daß ein Wassergraben oder Teich, in den einige wenige Wassernetze gelegt sind, binnen acht Tagen von dieser Alge vollgefüllt sein kann, denn die Entwicklung des Wassernetzes geht außerordentlich schnell vor sich. Endlich nimmt das Chlorophyll der Algenzellen auch an der Sporenbildung Theil, wie wir bald sehen werden. Verwandt mit dem Wassernetz ist die Gattung Plattstern (Pediastrum), von welcher oben auf Fig.-Taf. 14 bei Nummer 24 und 29 zwei Arten abgebildet sind. Diese Gattung besteht aus einzelligen Algen, deren Individuen sich zu stern- oder arabeskenförmigen Kolonien gruppiren. Jede Zelle erzeugt in ihrem Innern eine Menge neuer Zellen, neuer Individuen. Innerhalb ihrer Mutterzellen zeigen diese neuen Individuen eine Bewegung, verbinden sich aber nicht mit einander, was sie erst thun, wenn sie durch Aufplatzen der Mutterzelle frei geworden sind.

Eine andere Gruppe interessanter einzelliger Algen von fast mikroskopischer Kleinheit sind die Volvocineen, welche man wegen ihrer selbständigen, scheinbar willkürlichen Bewegung lange Zeit für Thiere, und zwar für Infusorien gehalten hat. Dieselben leben in Wassergräben und Pfützen und sind zu frei schwimmenden Kolonien vereinigt, welche sich dem bewaffneten Auge bald als lebhaft rotirende Kugeln, bald als in verschiedener Weise sich bewegende tafelförmige Körper von viereckiger Gestalt darstellen. Die am häufigsten vorkommende Art ist die Kugelalge (Volvox globator), welche sich oben auf Fig.-Tafel 14 bei Nummer 26 und in Fig. 79 c abgebildet findet. In einer zarten, wasserhellen, kugelrunden Blase von $0{,}_{0077}$ bis $0{,}_{077}$ Mill. Durchmesser befindet sich eine Anzahl kugliger, lebhaft grün gefärbter Zellen, welche in eine farblose Gallerte eingebettet liegen. Nach Professor Cohn, dem wir die neuesten Aufschlüsse über diese höchst interessante Alge verdanken, ist die vermeintliche Membran der Blase, welche bei schwacher Vergrößerung aus einem feinen

Maschennetz zu bestehen scheint, aus sehr vielen kleinen, in Gallerte eingebetteten dicht aneinander geschmiegten Zellen zusammengesetzt, welche an ihrem nach außen halsförmig vorgezogenen Ende zwei Wimpern tragen. Deshalb erscheint die Oberfläche der Kugel dicht mit feinen Wimpern bedeckt, welche durch ihr rasches Hin- und Herschwingen die ganze Kugel in rotirende Bewegung versetzen. Diese kleinen Zellen sind geschlechtslose Individuen; sie vermögen sich durch Theilung zu vermehren, wodurch die Kugel vergrößert wird. Dagegen sind die großen im Innern der Kugel eingeschlossenen Zellen geschlechtliche Individuen. Die männlichen, immer nur in geringer Anzahl vorhandenen, von Cohn Androgonidien genannt, enthalten Bündel von gelblichen Spermatozoiden oder Samenthierchen (s. unten Fucoidieen), weshalb sie eine hellgelbe Farbe besitzen, während die viel häufigeren weiblichen Individuen oder Gynogonidien wegen ihres Chlorophyllinhalts lebhaft grün gefärbt erscheinen. Die ebenfalls mit langen Cilien versehenen Spermatozoiden zersprengen endlich ihre Gallerthülle, um schwärmen hierauf in ganz ähnlicher Weise wie bei den Tangen (s. unten Fig. 89 d) die Gynogonidien und befruchten dieselben dadurch, d. h. regen sie an, sich in Sporen (Oo- oder Eisporen) umzugestalten. Letztere sind grüne, von einer morgensternförmig stachligen aber farblosen Schale umhüllte Kugeln. Fig. 79 a ist ein Gonium, b ein Chlamydomonas.



Fig. 79. Kugelalgen.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich dem geehrten Leser auch nur die hauptsächlichsten Formen des äußern und innern Baues der ein- und mehrzelligen Algen schildern und mittels mikroskopischer Bilder erläutern wollte. Ich will mich daher hier blos auf eine flüchtige Schilderung der Sporen- und Fruchtbildung dieser interessanten Gewächse beschränken, indem dieselbe höchst merkwürdige Erscheinungen darbietet. Bei den niedrigsten Formen der einzelligen Algen, welche sich wie die Diatomeen und Protococcusarten vorzugsweise durch Theilung ihres Körpers vermehren, kommt eine eigentliche Sporenbildung gar nicht oder nur selten vor. Die eigenthümliche, durch sogenannte Kopulation bewirkte Sporenbildung der Diatomeen und Desmidieen ist bereits oben ausführlich geschildert worden. Außerdem kommt eine wirkliche Sporenbildung blos bei solchen einzelligen Algen vor, deren Zelle verästelt ist. Hier nämlich ballt sich entweder das Chlorophyll in den Spitzen der Aeste zu Sporen zusammen, oder eine solche Astspitze schnürt sich ab und verwandelt sich in eine Spore. Bei den mehrzelligen Algen befinden sich die Sporen oder Brutzellen (Gonidien), meist entweder in einzelnen vor den übrigen Zellen nicht ausgezeichneten Zellen oder in eigenthümlich gestalteten Zellen und in aus Zellgewebe bestehenden Organen. Die letzteren nennt man Früchte. Selten kommt es vor, daß Gonidien nackt an der Außenseite des Algenkörpers sich befinden. Das ist z. B. der Fall bei der in Fig. 80 abgebildeten Froschlaichalge (Batrachospermum moniliforme). Diese höchst zierliche, in kalten, hellen Quellen, besonders Gebirgs-

quellen Deutschlands vorkommende und bald grün, bald violett gefärbte Alge erscheint dem bloßen Auge als eine vielfach verzweigte Reihe kleiner, halbdurchsichtiger Gallertkugeln (Fig. 80 a). Unter dem Mikroskop, wo diese Alge ein überaus schönes Bild gewährt, bemerkt man aber mit nicht geringem Erstaunen, daß diese Alge nicht aus aneinander gereihten Kugelzellen besteht, sondern daß sie einen aus vielen cylindrischen Zellen zusammengesetzten Stamm besitzt, welcher in kleinen Abständen mit dichten Quirlen von kleinen, verzweigten, aus länglichen, aneinander gereihten Zellen gebildeten Aestchen besetzt ist (Fig. 80 c). In diesen Astquirlen, welche dem unbewaffneten Auge als Gallertkugeln erscheinen, bemerkt man hier und da dunkle rundliche Flecke (Fig. 80 b), welche sich bei stärkerer Vergrößerung als große kuglige Haufen länglich runder, grün gefärbter Zellen, d. h. Sporen, zu erkennen geben (Fig. 80 d).

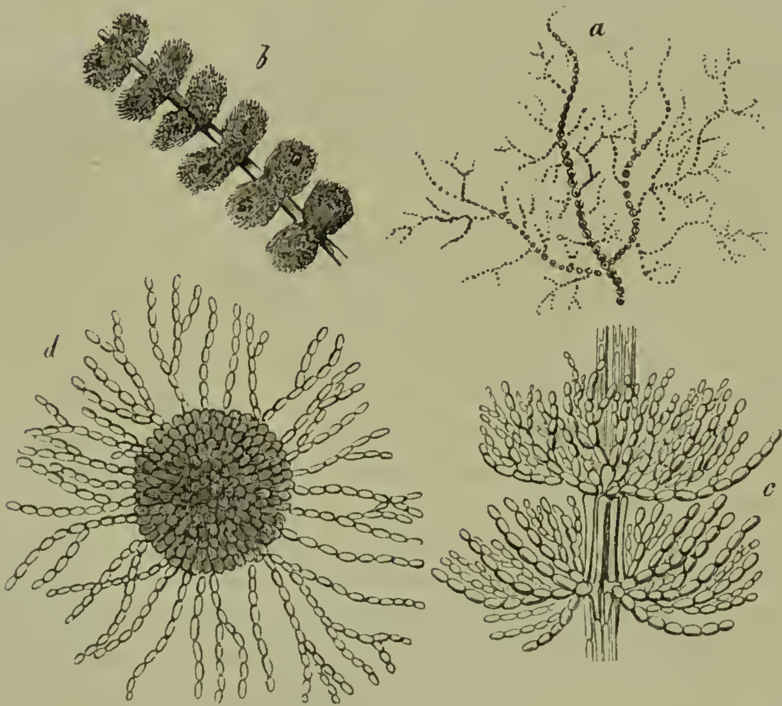


Fig. 80. Froschlaichalge.

Die meisten Algen, Süßwasser- sowol als Meeresalgen, pflanzen sich durch zweierlei Sporen fort, nämlich durch ruhende und durch schwärmende (Schwärmsporen, schwärmende Gonidien, Zoosporen). Erstere sind häufig das Produkt einer geschlechtlichen Zeugung, letztere jedoch immer ungeschlechtlich erzeugt. Die Schwärmsporen (Fig. 81) entstehen bald in beliebigen Zellen des Algenkörpers, indem sich deren Inhalt zu einer Kugel zusammenballt oder in viele kleine Stücke theilt, deren jedes zu einer Spore wird, bald in größeren, bestimmt geformten Mutterzellen (Sporangien). Nach dem Ausschlüpfen aus den Mutterzellen oder aus dem Sporangium schwimmen die Schwärmsporen einige Zeit munter im Wasser umher, gleichsam als ob sie mit willkürlicher Bewegung begabt wären, worauf sie sich an irgend einen Gegenstand festsetzen, um daselbst zu keimen oder ohne vorhergegangene Keimung zu Grunde zu gehen. Da die

Schwärmsporen mit schwingenden Wimpern besetzt sind, die ihnen als Ruder dienen, auch gewöhnlich einen rothen Punkt, welcher von einem Oeltröpfchen herrührt, in ihrem Innern erkennen lassen, so sehen sie kleinen Infusorien, insbesondere Monaden, täuschend ähnlich und sind auch Anfangs von Unger, Ehrenberg und Anderen für solche erklärt worden. In neuerer Zeit hat man sowol ihre Entstehung im Innern der Algenzellen, als auch das Hervorwachsen neuer Algenindividuen aus den zur Ruhe gesetzten Schwärmsporen vielfach beobachtet, so daß an der Pflanzennatur dieser seltsamen Gebilde nicht mehr gezweifelt werden kann. Schacht, welcher sich lange Zeit mit Beobachtung der Schwärm- oder „Thiersporen", wie sie auch genannt worden sind, beschäftigt hat, entwirft folgende anziehende Schilderung von der Entwicklung der Schwärmsporen von Ulothrix zonata, einer in klaren Bächen wachsenden Fadenalge, von der Fig. 81 ein Stück in vierhundertfacher Vergrößerung darstellt. „Wenn ich die eine oder die andere noch nicht entleerte Zelle eines mit Schwärmsporen erfüllten Fadens lange und aufmerksam betrachtete, sah ich die reifen Schwärmsporen sich nach der einen Seite der Zelle drängen, die Zellenwand dieser Seite sich nach außen dehnen und, immer dünner und dünner werdend, endlich platzen. Der ganze Inhalt, aus 10 bis 30 und mehr Schwärmsporen bestehend, trat in der Regel in Form eines maulbeerartigen Haufens oder Kranzes aus der Mutterzelle hervor (81 a); seltener entschlüpften die Zellen einzeln dem Risse der Mutterzelle; die miteinander, wie es scheint, verklebten Schwärmsporen lagen meistens noch ein Weilchen still, dann trennten sich plötzlich mehrere von ihnen, in rascher Bewegung davoneilend, bisweilen ging auch die ganze Masse gleichzeitig nach allen Seiten hin auseinander. Die Bewegung der Schwärmsporen war nach dem Entschlüpfen am lebhaftesten, ihre Drehung erfolgte in der Regel von rechts nach links, also, da das Mikroskop das Bild umkehrt, in der Wirklichkeit von links nach rechts; die Sporen tanzten lustig nebeneinander her (81 b). Wenn sich die Schwärmspore in ihrer Längenachse wagerecht zeigte, so ging sie rasch und scheinbar willkürlich, bald nach rechts, bald nach links steuernd, von der Stelle. Die Bewegung der Schwärmsporen dauerte nur kurze Zeit, selten länger als eine halbe oder eine ganze Stunde: die Schwärmspore begann zu keimen. Sobald die Bewegung abnahm, verlängerte sich die Spore, endlich lag sie still. Nicht selten kehrte nach 5 oder 10 Minuten eine zuckende, dem Drehen der sogenannten Unruhe der Taschenuhren ähnliche Bewegung zurück. Die Spore hatte eine längliche, oftmals schwach gekrümmte, bohnenförmige Gestalt angenommen, der grüne Inhalt sich meistens nach der einen Seite gezogen. Sechs bis acht Stunden nach dem Entschlüpfen war aus der Anfangs runden, an einem Ende zugespitzten Spore ein kleiner länglicher Faden, vier- bis sechsmal so lang als die Schwärm-



Fig. 81. Schwärmsporen.

spore, geworden; das schmälere Ende dieses Fadens bildete das Haftorgan (81 e). Sobald die Keimung begann, waren die Wimpern verschwunden." (Fig. 81 c und d stellt eine Schwärmspore mit ihren Wimpern, d in 1000facher Vergrößerung dar.) Das Austreten der Schwärmsporen erfolgt gewöhnlich in den Morgenstunden; ihr Herumschwärmen im Wasser dauert bisweilen kaum eine halbe Stunde, andere Male viele Stunden, ja Tage lang. Die Schwärmsporen entwickeln sich nur bei warmer Witterung; sie veranlassen, da sie immer in großer Anzahl entstehen und sehr schnell keimen, die rasche Vermehrung der mit solchen Sporen begabten Algen im Sommer. Die Samensporen dagegen dienen, gleich den Sporen der Desmidieen, zur Erhaltung der Art, indem sie den Winter über im Schlamme ruhen und erst im Frühling keimen.

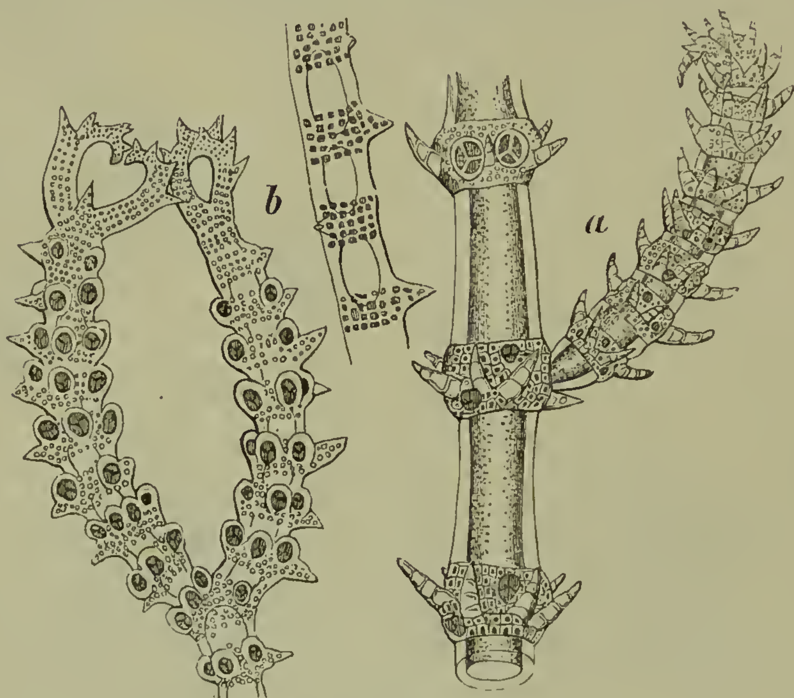


Fig. 82. Blumentange.

Zu den nur durch Schwärmsporen sich fortpflanzenden Algen gehört auch das sogenannte Veilchenmoos (Chroolepus Jolithus), dem die beliebten „Veilchensteine" des Riesengebirges und des Brockens ihren Geruch verdanken. Diese Alge, welche um so interessanter ist, als sie an der Luft und zwar auf Steinen (vorzüglich gern auf Glimmerschiefer) hoher, freier, nackter Bergkuppen wächst, stellt sich dem bloßen Auge als ein unscheinbarer, sammtartiger Ueberzug von rothbrauner Farbe dar (Fig. 84 a). Unter dem Mikroskop bemerkt man, daß dieser Sammt aus kurzen, dicht beisammenstehenden, feinen, wenig verzweigten Fäden besteht, welche aus dickwandigen, länglichen, von Chlorophyll dicht erfüllten Zellen zusammengesetzt sind. Fig. 84 zeigt ein Stückchen Veilchenmoos in 200facher Linearvergrößerung. Der linke Faden, bei welchem allein der Zelleninhalt gezeichnet ist, besitzt ein ausgebildetes Sporangium an der Seite, ein zweites ist in der Endzelle des linken Astes in der Bildung begriffen. Das Veilchenmoos gehört in die große Abtheilung der Confervaceen, deren Mehrzahl sich nur durch ungeschlechtlich erzeugte Sporen fortpflanzt. Auf einem Ast

geschlechtlicher Zeugung beruht dagegen die Fortpflanzung der in unseren Teichen und anderen stehenden Gewässern ungemein häufig vorkommenden und oft große grüne Klumpen bildenden Spiralbandalgen (Spirogyra). Stücken von einer der gemeinsten Arten dieser Gattung sieht der Leser in Fig. 85 dreihundertmal vergrößert abgebildet. Bei diesen, sowie bei verwandten Algen sind die Sporen das Produkt eines höchst merkwürdigen Vorganges, einer sogenannten Kopulation, die derjenigen der Desmidieen (s. oben S. 50) ähnlich ist, jedoch nicht den Tod der kopulirten Individuen herbeiführt. Die in Fig. 85 dargestellten Stücke der gemeinen Spiralbandalge sind sämmtlich kopulirt. Die einander zugekehrten Zellen zweier nebeneinander liegender Fäden erweitern sich nämlich blasenförmig, diese blasenförmigen Vorsprünge stoßen aneinander und wachsen endlich zusammen. Nicht selten wird die Scheidewand, welche die kopulirten Zellen noch voneinander trennt, aufgesaugt. Dann fließt der gesammte Inhalt der beiden Zellen zusammen und formt sich zu einer Spore. Fig. 85 a stellt zwei kopulirte Fäden ohne Sporenbildung, b und c kopulirte Fäden mit fertigen Sporen dar.



Fig. 83 Blumentange

Die mit sogenannten „Früchten“ begabten Algen zerfallen in solche, welche blos einerlei, und in solche, welche zweierlei Früchte besitzen. Die letzteren sind sämmtlich Meerbewohner und durch schöne bunte, besonders rothe und violette Färbung ihres meist sehr zierlich gestalteten und kunstvoll aus verschiedenartig geformten Zellen zusammengesetzten Körpers ausgezeichnet, ein Umstand, der ihnen den Namen Blumentange (Florideae) zugezogen hat. Die Früchte dieser Blumentange sind meist als große blasige Zellen ausgebildet, welche sich bald im Innern des Algenkörpers, bald an dessen Außenfläche befinden und im letztern Falle oft auf Stielen stehen. Die einen Früchte enthalten blos vier große, die anderen viele kleine Sporen. Kützing, einer der berühmtesten jetzt lebenden Algenkenner, hat diese verschiedenen Früchte mit dem Namen „Vierlings“- und „Kapselfrüchte“ belegt. Fig. 82 und 83 stellen Stücke von drei solchen Blumenalgen aus dem Atlantischen und Mittelländischen Meere in 100facher Linear-



Fig. 84. Veilchenmoos.

vergrößerung dar; die in Fig. 82 a (Echinoceras Hystrix) und b (Acanthoceras Shuttleworthianum) besitzen blos Vierlingsfrüchte. Dagegen ist die in Fig. 83 abgebildete Alge (Gongroceras Deslongchampii) mit beiderlei Fruchtformen begabt. Nämlich der Faden a ist mit Vierlingsfrüchten besetzt, der Faden b enthält an der Ursprungsstelle der drei Aeste eine große Kapselfrucht. Die Sporen der Vierlingsfrüchte oder die sogenannten „Tetrasporen“ (zu vier entstehenden Sporen) sind ungeschlechtlich erzeugte und entsprechen den Schwärmsporen der Conservaceen und anderer zweierlei Sporen produzirenden Algen. Dagegen entwickeln sich die Kapselfrüchte (Cystokarpien) infolge eines oft sehr komplizirten geschlechtlichen Zeugungsvorganges aus kleinen mit einem Borstenhaar gekrönten Zellenkörperchen (Trichogynen). Letztere werden nämlich durch in gestielten länglichen oder kugligen Zellen (Antheridien) sich entwickelnde sehr kleine Körperchen (Spermatozoiden) befruchtet, d. h. angeregt, sich in Kapselfrüchte umzugestalten und in ihrem Innern Sporen zu erzeugen. Die Spermatozoiden der Florideen sind unbewegliche Körperchen, weshalb es bei diesen Algen der Wellenbewegung des Wassers überlassen bleibt, diese Körperchen zu den weiblichen Organen, den Trichogynen, hinzutreiben. Anders verhält es sich bei den Fucoideen oder „Seetangen“ im engeren Sinne, großen, zum Theil riesigen Meeresalgen, welche sich nur durch geschlechtlich erzeugte Sporen fortpflanzen. Sie erzeugen nämlich bewegliche, mit zwei Wimpern versehene, kleinen Schwärmsporen ähnliche Spermatozoiden, durch welche die Eizellen der weiblichen Organe befruchtet werden. Die Figuren 87 bis 89 erläutern diesen höchst merkwürdigen Vorgang, welcher zuerst von dem Franzosen Thuret genau beobachtet worden ist, bei Fucus vesiculosus, dem gemeinen Blasentang der Nord- und Ostsee (Fig. 86, natürliche Größe). Dieser auch im Atlantischen und Mittelländischen Meere vorkommende Tang bildet ein wiederholt gabelförmig getheiltes, mit einer Mittelrippe versehenes Band von lederartiger Konsistenz und (in frischem

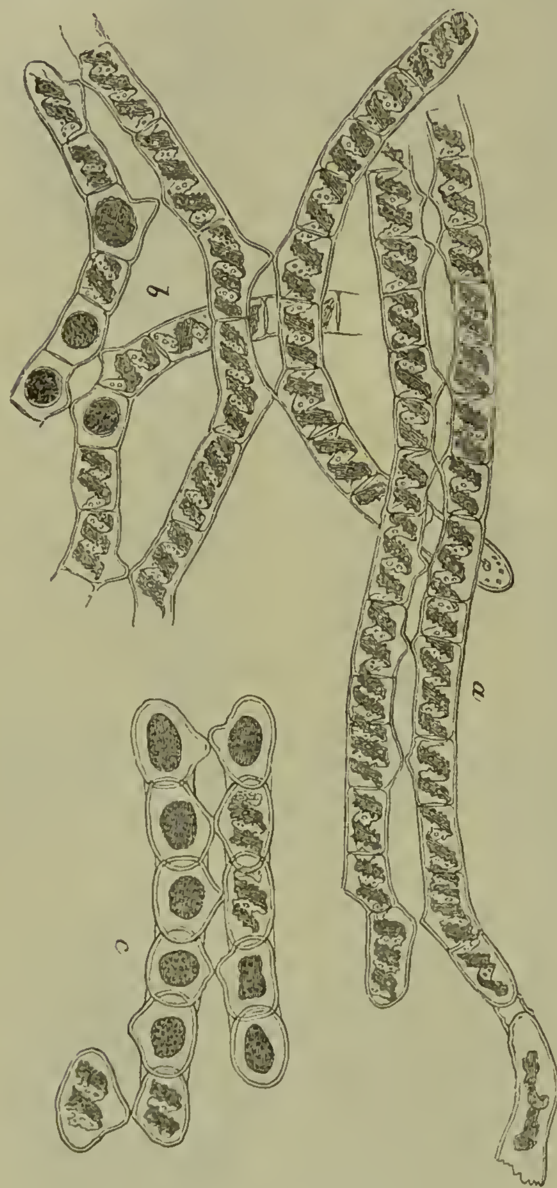


Fig. 85. Kopulation bei Spirogyra.

Zustande) von olivenbrauner Farbe. Paarweise gestellte, mit Luft gefüllte Blasen, dazu bestimmt, den Körper im Wasser schwimmend zu erhalten, haben dem Tang seinen Namen gegeben. Die Geschlechtswerkzeuge befinden sich bei diesem Tange (überhaupt bei den Fucusarten) in kleinen, in die Rindenschicht eingesenkten Hohlräumen (conceptacula), deren Mündung in Form einer kleinen Warze über die Oberfläche des bandförmigen Körpers hervorragt (bei F. vesiculosus an den kolbig angeschwollenen Enden der äußersten Gabeltheilungen des Körpers). Fig. 88 zeigt einen solchen Behälter, und zwar einen weiblichen, senkrecht durchschnitten in 50facher Vergrößerung. Die blasenartigen Gebilde, welche zwischen den gegliederten Fäden (Haaren) stehen, sind weibliche Organe, sogenannte Oogonien. In ähnlich geformten Behältern (Fig. 87) befinden sich an vielfach verzweigten Haaren außerordentlich viele längliche von feinkörnigem Inhalt strotzende Bläschen: Antheridien oder männliche Organe. Fig. 89 a zeigt ein solches verzweigtes, Antheridien tragendes Haar, 160 mal vergrößert. In den Antheridien bilden sich die erwähnten Spermatozoiden, die endlich ausschlüpfen und davonschwimmen (b, 330fach vergrößert). Schon vorher theilt sich der dunkelfarbige Inhalt der Oogonien in mehrere Portionen, deren jede sich zu einer kugligen Zelle gestaltet, worauf die äußere Haut des Oogoniums platzt und sich becherartig zurückzieht, während die innere Haut als eine überaus zarte, birnförmige Blase die fertigen Kugelzellen (Eizellen oder Befruchtungskugeln) umgiebt (c, 160fache Vergrößerung). Endlich reißt auch diese Hülle und die Kugelzellen werden frei und aus dem Behälter entleert, vor dessen Mündung sich die Spermatozoiden mittlerweile in großer Menge angesammelt haben. Diese hängen sich nun an die Kugelzellen (d) an und versetzen dieselben allmählich in eine rotirende Bewegung, welche ungefähr eine halbe Stunde lang dauert. Durch die Berührung mit den Spermatozoiden, welche allmählich verschwinden, indem sie wahrscheinlich in die Kugelzellen eindringen, werden diese befruchtet. Dieselben umgeben sich nun mit einer Membran, worauf sie sich an irgend einen Gegenstand festsetzen und sofort zu keimen beginnen. — Die Tange besitzen, vermöge ihres derben, meist leder- oder knorpelartigen Gewebes, eine längere Lebensdauer, ja manche, wie die Riesentange des Südpolarmeers, erreichen ein Alter von Hunderten von Jahren.



Fig. 86. Der gemeine Blasentang (Fucus vesiculosus).

Zu den Algen wurden früher die sogenannten Armleuchtergewächse (Characeen) gerechnet, während man sie gegenwärtig, und zwar mit vollem Recht, als eine besondere Hauptabtheilung der gefäßlosen Sporenpflanzen betrachtet.

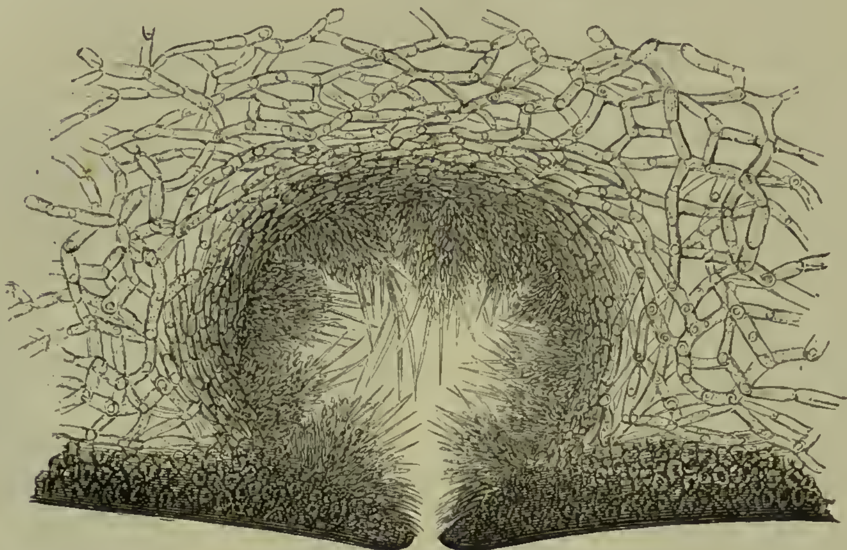


Fig. 87. Männliche Konzeptakeln des gemeinen Blasentang, mit Sporen; im Querschnitt.

Sie ist wol am richtigsten zwischen die Algen und die Moose zu stellen. Die Characeen wachsen in stehenden Wässern (Teichen, Gräben, Sümpfen, Seen), in deren schlammigem Grunde sie wurzeln, und haben insgesammt einen quirl= ästigen Stengel, welcher sammt den Quirlästen (manche Forscher betrachten



Fig. 88. Weibliche Konzeptakeln des gemeinen Blasentang, mit Sporen; im Querschnitt.

dieselben als Blätter) entweder aus einer einzigen Reihe gestreckter und durch kleine Zellen getrennter Zellen besteht (bei der Gattung Nitella) oder aus einer Zellenreihe, um welche als Rindenschicht gestreckte Zellen in spiraliger Richtung

gewunden sind (bei der Gattung Chara). Im ersten Falle pflegt der Stengel sammt den Aesten schön grün und durchsichtig, im zweiten bald grün, bald (infolge von Kalkabsonderung) graugrün bis weißgrau und immer vollkommen undurchsichtig zu sein.

Die Armleuchtergewächse, welche ihren deutschen Namen von ihren an den Arm eines Kronleuchters erinnernden Aesten erhalten haben und deren Stengel mitunter bis 60 Centim. Länge erreicht, oft aber auch kaum zolllang ist, bieten dem Mikroskopiker reichen Stoff zur Forschung dar und sind in mehr als einer Beziehung trotz ihrer äußeren Unscheinbarkeit höchst merkwürdige und interessante Pflanzen. Der Bau ihres Körpers ist eben so eigenthümlich als komplizirt, doch verbieten uns die Grenzen dieses Buches, darauf einzugehen.



Fig. 89. Oosporenbildung beim gemeinen Blasentang (Fucus vesiculosus).

Wir wollen daher nur die höchst seltsam gestalteten Fortpflanzungsorgane dieser Gewächse kurz schildern. Fig. 90 zeigt bei I das obere Stengelstück von Nitella flexilis in natürlicher Größe. Die zu drei beisammensitzenden kugligen Körperchen an den oberen Zweigen sind Fortpflanzungsorgane und zwar die zwei unteren (größeren) jeder Gruppe sogenannte „Sporenknospen" (weibliche Organe), das obere (kleinere) ein Antheridium. Bei II sind diese Fortpflanzungsorgane schwach vergrößert dargestellt. Die Antheridien haben den komplizirtesten Bau. Diese vollkommen kugligen Körperchen sind zunächst von einer aus acht schildförmigen, zierlich gestrahlten und ineinander gefügten Zellen zusammengesetzten Hülle oder Schale umgeben (III). Von der Mitte der innern Fläche jeder solchen Schildzelle entsproßt eine walzenförmige, frei in den Innenraum der Kugel vorragende Zelle, welche an ihrem freien Ende ein Köpfchen trägt. An diesem Köpfchen sitzen viele (durchschnittlich 24) lange, kurz gegliederte, wurmartig gewundene Fäden (IV), im Ganzen circa 200, welche durcheinander geschlungen alle Räume im Innern des Antheridium ausfüllen. Jedes der

überaus kleinen scheibenförmigen Zellchen, aus welchen diese Fäden zusammengesetzt sind, entwickelt in seinem Innern einen spiralig aufgewundenen Faden (V), d. h. ein Spermatozoid. Da nun jeder Faden aus 100 bis 200 Zellen besteht, so vermag ein einziges Antheridium circa 20—40,000 Spermatozoiden zu erzeugen. Letztere werden dadurch frei, daß die acht Schildzellen der Schale sich voneinander trennen und hierauf die zarten Zellchen der Fäden zerplatzen.

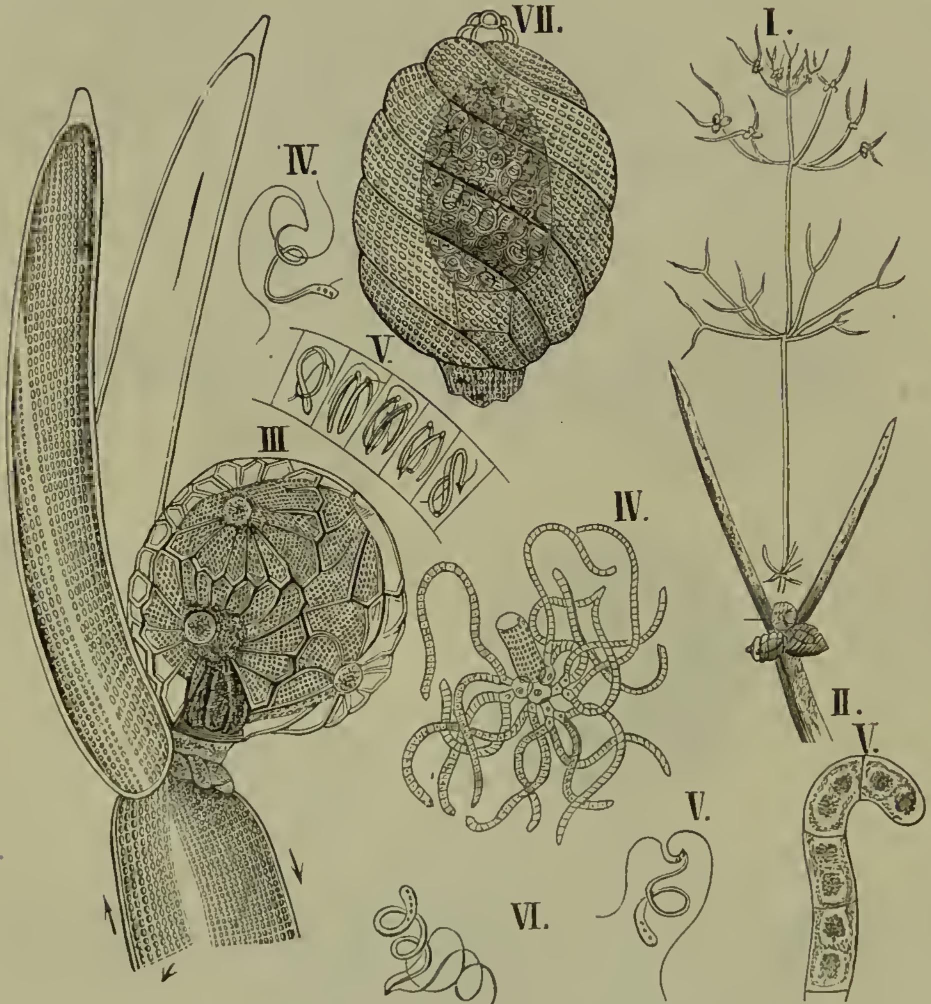


Fig. 90. Fortpflanzungsorgane von Nitella.

Die Spermatozoiden schwärmen nun eine Zeit lang munter im Wasser umher, wobei ihnen die beiden langen Wimpern am dünnen Ende als Bewegungsorgane dienen (VI). Die Sporenknospe (VII) besteht aus einer großen gestielten Centralzelle, welche von fünf langen, spiralig verlaufenden Schlauchzellen umwunden ist. Die Enden der letzteren weichen am Scheitel etwas auseinander und bilden dadurch ein Krönchen, welches bei Nitella gegliedert und klein, bei Chara ungegliedert und groß ist. Dieses Krönchen umschließt einen engen Kanal, welcher auf die Centralzelle zuführt. Wahrscheinlich schwimmen die Spermatozoiden in diesen Kanal hinein, um die Centralzelle zu befruchten; direkt beobachtet ist dies jedoch noch nicht. Bald nach der Entleerung der Spermatozoiden beginnt aber die

Sporenknospe bedeutend anzuschwellen, wobei sich der Inhalt der Centralzelle wesentlich verändert. Diese bildet sich nun zu einer Spore um, welche im weitern Zustande von einer schwarzen, holzigen Schale (die unter den spiralig gewundenen Rindenzellen liegt) umgeben erscheint. Hierauf fällt die ganze Frucht ab, sinkt zu Boden und überwintert im Schlamme, um im nächsten Frühling zu keimen. Aus dem aus der Spore hervortretenden Keimschlauche entsteht sofort eine neue Pflanze.

Die Moose.

Eine Schilderung dieser Klasse der Sporengewächse könnte ich mir füglich ersparen; denn wer kennt sie nicht, die zierlichen Pflänzchen, welche in weichen Polstern Baumstämme und Felsen, Strohdächer und Lehmmauern, den Boden der Wälder und die schwankende Oberfläche der braunen Moore bedecken? Da fällt mir aber ein, daß man im Alltagsleben gar Vieles „Moos“ nennt, was kein Moos ist, dagegen Anderes, was wirklich zu den Moosen gehört, nicht als solches anerkennen will. Schon oben bei den Flechten bemerkte ich, daß der Laie sämmtliche Strauch- und Bartflechten zu den Moosen zählt, woher die Benennungen isländisches Moos, Renthiermoos, Bartmoos u. s. w. kommen. Aber auch viele Algen werden fälschlicher Weise Moose genannt, wie das Carragheenmoos, ein Seetang, das Korallenmoos, ebenfalls eine Seealge, und viele andere büschelförmig wachsende Algen, das Veilchenmoos nicht zu vergessen. Der Laie versteht unter „Moos“ alle kleinen, in Büscheln oder Polstern wachsenden Pflanzen, an denen er keine Blüten wahrnehmen kann. Demgemäß rechnet er zu den Moosen außer jenen Flechten und Algen auch noch verschiedene kleine Bärlappe, und ehedem zählte man hierzu selbst Samenpflanzen, wenn sie klein waren, büschelförmig wuchsen und zufälliger Weise nicht blühten oder sehr kleine, unscheinbare Blüten besaßen. Es dürfte deshalb eine kurze Auseinandersetzung des wissenschaftlichen Begriffes der Moose hier wol am rechten Platze sein.

Die Moose sind der Mehrzahl nach mit Blättern begabte Sporengewächse und unterscheiden sich schon dadurch von allen Flechten und Algen, bei denen wirkliche Blätter durchaus nicht gefunden werden. Da aber die Natur niemals Sprünge macht, sondern die verschiedenen Abtheilungen, in welche das Pflanzenreich zerfällt, durch Mittelbildungen verknüpft, so giebt es auch eine Anzahl Moose, deren Körper nicht als ein beblätterter Stengel, sondern in Form eines gelappten, verschiedenartig gestalteten Laubes ausgebildet ist. Aber auch jene Moose, bei deren Körper sich die Formen der Laubflechten und der häutigen Tange wiederholen, unterscheiden sich von diesen Pflanzen sowol durch eine viel höhere innere Organisation ihres Körpers, als auch durch das Vorhandensein eines doppelten, schon sehr vollkommenen Geschlechtsapparats, durch dessen Thätigkeit die Frucht entsteht, welche in ihrem Innern die Sporen entwickelt. Ein solcher doppelter Geschlechtsapparat fehlt keinem Moose, während er in den Gruppen der Algen, Flechten und Pilze bis jetzt noch nicht überall und bei keinem dieser Gewächse in solcher Vollkommenheit nachgewiesen ist. Auch die Frucht der Moose ist eine viel vollkommnere Bildung als dasjenige, was man bei den Algen, Flechten und Pilzen mit dem Namen „Frucht“ belegt. Sie besteht immer aus einer Anfangs

geschlossenen Hülle von Zellgewebe; welche sich nach der Reife der Sporen meist in bestimmter Weise öffnet und oft eine große Aehnlichkeit mit Kapselfrüchten der Samenpflanzen hat.

Die Moose zerfallen in zwei große Gruppen, welche man in der Wissenschaft mit dem Namen Lebermoose und Laubmoose belegt. Die Lebermoose sind meist sehr zart gebaute und zierlich gestaltete, nicht selten ungemein kleine Pflänzchen von schön grüner, wol auch röthlicher und blaugrüner Farbe, welche an feuchten, schattigen Orten, an triefenden Felswänden, an Wasserfällen, an schattigen Baumstämmen, an feuchten, schattigen Erdabhängen u. s. w. büschelförmig beisammen wachsen. Einige finden sich auch in klaren Quellen und rasch fließenden Gebirgsbächen, noch andere frei schwimmend in stehenden Gewässern.

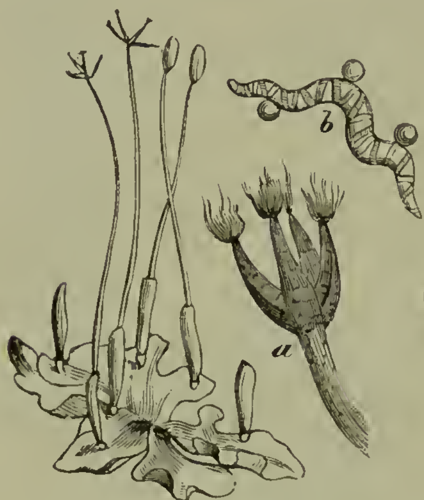


Fig. 91. Laubartiges Lebermoos.



Fig. 92. Beblättertes Lebermoos.

Sie unterscheiden sich von den Laubmoosen oder denjenigen Sporengewächsen, welche man im gewöhnlichen Leben vorzugsweise „Moose" zu nennen pflegt, dadurch, daß ihre Frucht nicht mit einer mützen- oder kappenförmigen Hülle, welche bei der Frucht der Laubmoose fast niemals fehlt, bedeckt ist, sowie daß sich im Innern ihrer Frucht eigenthümliche elastische Schlauchzellen, sogenannte „Schleudern", befinden, welche beim Oeffnen der Frucht das Ausstreuen der Sporen bewirken. Dergleichen Organe finden sich in der Frucht der Laubmoose niemals. Zu den Lebermoosen gehören auch die oben erwähnten Moose mit unbeblättertem, laubartigem Körper, Gewächse, welche der Laie wol schwerlich zu den Moosen rechnen dürfte. Fig. 91 stellt ein solches laubartiges Lebermoos in natürlicher Größe, daneben bei a die aufgesprungene Fruchtkapsel mit ihren Schleuderbüscheln an den Spitzen der Klappen schwach, bei b eine einzelne Schleuder mit vier daran haftenden Sporen stark vergrößert dar. Es ist der fettblättrige Ohnnerv (Aneura pinguis), ein an quelligen Orten zwischen nassen Moospolstern häufig vorkommendes Lebermoos mit fettem, dunkelgrünem, leicht zerbrechlichem Laube. Die Fruchtstiele sind, wie bei allen Lebermoosen, sehr zart und wasserhell, die Kapseln violettbraun, die Schleudern gelblich. Letztere lassen in ihrem Innern deutlich ein schraubenförmig gewundenes Band erkennen, was sich auch in den Schleudern fast aller übrigen Lebermoose findet.

Manche Schleudern besitzen zwei gegenläufige Spiralbänder (s. Fig. 92 e). Die Kapsel der Lebermoose besteht aus vieleckigen, dickwandigen, mit einem braun gefärbten Inhalt erfüllten Zellen und ist Anfangs kugelig oder länglichrund (Fig. 92 b, c). Sie öffnet sich bei den meisten Lebermoosen, indem sie sich am Scheitel in vier gleich große Klappen spaltet, die sich sodann kreuzförmig ausbreiten. Seltener bildet sich blos eine von kleinen Zacken (Zähnen) umgebene Oeffnung am Scheitel, noch seltener, blos bei einer einzigen Gattung der laubartigen Lebermoose (bei Grimaldia), ein rundes Loch, indem der oberste Theil der Kapsel in Form eines runden Deckels abspringt. Bei der zu den unvollkommensten laubartigen Lebermoosen gehörenden Gattung Anthoceros endlich besitzt die Kapsel die Form einer Schote und öffnet sich auch, wie eine solche, mit zwei Klappen. Die Schleudern sind bald an der Spitze der Klappen angeheftet (Fig. 91 a), bald an deren Grunde (Fig. 92 d), bald auf deren ganzer Innenfläche. Bei den vollkommneren laubartigen Lebermoosen (den Marchantieen) liegen sie frei unter die Sporen gemischt, und fallen mit diesen beim Aufspringen der Kapsel heraus. Der Fruchtstiel besteht bei der Mehrzahl der Lebermoose aus äußerst zartwandigen, mit farblosem Saft erfüllten, langgestreckten Zellen (Fig. 92 d). Einen ungemein großen Formenreichthum bieten die Blätter der Lebermoose dar. Dieselben stehen immer in zwei Reihen am Stengel und an den Aesten, wie dies aus Fig 92 a und b zu ersehen ist, welche bei a ein Stämmchen der an glatten Baumstämmen (besonders Buchen und Hainbuchen) wachsenden Radula complanata in natürlicher Größe, b einen Theil davon schwach vergrößert darstellt. Die Lebermoosblätter sind aber nicht immer so ganzrandig, wie in Fig. 92, sondern sehr häufig am Rande gezähnt (Fig. 94 I. II.), oder in spitze Zacken und Lappen zerschnitten (Fig. 94 III. V.), auch wol ganz fein zertheilt (Fig. 93). Immer aber bestehen sie aus einer einzigen Schicht großer, zartwandiger, viereckiger, inwendig mit zahlreichen Chlorophyllkörnern erfüllter Zellen. Die ganzrandigen sind häufig am Rande von einer Reihe sehr großer, ziemlich viereckiger Zellen eingefaßt (Fig. 94, IV.). Wegen der bedeutenden Größe, der wunderbaren Regelmäßigkeit und der außerordentlichen Zartheit der Zellen bieten die Lebermoosblätter unter dem Mikroskop einen überraschend schönen Anblick dar, wovon sich der geehrte Leser durch einen Blick auf Fig. 93 und 94, wo die Hauptformen der Lebermoosblätter in etwa hundertfacher Linearvergrößerung dargestellt sind, überzeugen wird. Nicht selten sind die Lebermoosblätter zusammengeschlagen, so daß ein jedes aus zwei zusammengewachsenen Lamellen oder Lappen zu bestehen scheint (Fig. 94, I. II.). Dann pflegt der obere (der Oberseite des niederliegenden Stengels entsprechende) Lappen gewöhnlich größer zu sein, als der untere (Fig. 94 I. II.). Auch finden sich nicht selten sogenannte Nebelblätter, d. h. kleine, gewöhnlich zweitheilige oder zerspaltene Blättchen, welche an der unteren Seite des Stengels in einer Reihe stehen und zwar immer da an den Stengel angeheftet sind, wo zwei Hauptblätter sitzen (Fig. 94 II. IV.). Weil die Lebermoosblätter blos aus einer einzigen Schicht von Zellen bestehen und letztere so äußerst zarte Wände besitzen, trocknen sie sehr schnell aus, sobald sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt oder längere Zeit nicht befeuchtet werden. Sie schrumpfen dann zusammen, nehmen eine dunkle Farbe an, und bewirken dadurch, daß die ganze Lebermoospflanze wie verdorrt und todt aussieht. Allein es ist dies blos ein Scheintod, denn sobald ein solches

verdorrtes Lebermoos wieder befeuchtet wird, dehnen sich die Zellen der Blätter wieder aus, und binnen wenigen Minuten haben die zarten Blätter sowol ihre ursprüngliche Gestalt und Farbe, als auch ihre Lebensthätigkeit wieder erlangt.

Die Laubmoose besitzen sämmtlich einen beblätterten Stengel, der bald einfach, bald in Aeste zertheilt ist. Dieser Stengel verlängert sich durch Spitzenwachsthum, entweder nur eine Zeit lang oder unaufhörlich, in welchem Falle er von hinten (unten) her ungefähr in demselben Maße abstirbt, als er sich an der Spitze durch Neubildungen verlängert. Dieselbe Wachsthumsweise zeigen übrigens auch die beblätterten Lebermoose. Von diesen unterscheiden sich die Laubmoose theils durch die viel derberen, dickeren, dabei aber ungleich einförmigeren Blätter, welche im feuchten Zustande meist nach allen Seiten hin gewendet, im trocknen häufig sichelförmig gekrümmt und oft nach einer Seite gerichtet, seltener dagegen zweireihig ausgebreitet sind, theils durch den festen, keineswegs vergänglichen, meist gelb- oder rothbraun gefärbten Fruchtstiel und durch ihre Kapsel, welche in der Regel die Gestalt einer Büchse besitzt, indem sie sich mittels eines runden Deckels öffnet und während ihrer Ausbildung ganz oder zum Theil von einer kegelförmig gestalteten Mütze (calyptra) verhüllt zu sein pflegt. Letztere fehlt blos den Torfmoosen (der Gattung Sphagnum), die überhaupt viele Eigenthümlichkeiten darbieten und sich unmittelbar an die beblätterten Lebermoose anschließen. Bei einigen wenigen Laubmoosen springt die Kapsel in vier bis acht Klappen auf, bei anderen öffnet sie sich gar nicht, sondern wird durch Verwesung zerstört. Beiderlei Laubmoose bilden die untersten unvollkommensten Gruppen dieser schönen Klasse von Sporenpflanzen. Die Mehrzahl dieser unvollkommenen Laubmoose ist sehr klein, ja einige sind kaum zwei Millim. lang, so daß sie nur mittels der Lupe als Moose erkannt werden können.

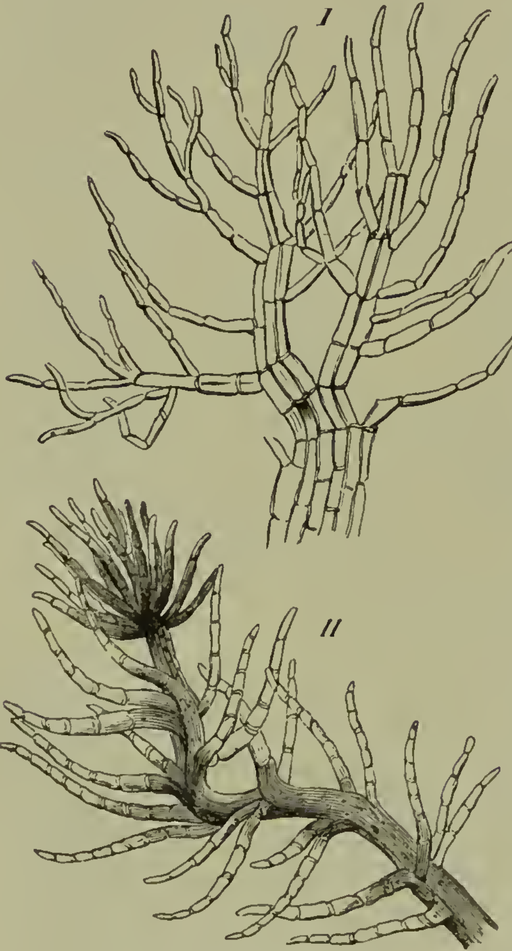


Fig. 93. Lebermoosblätter.

Sonst sind die Laubmoose im Allgemeinen größer als die beblätterten Lebermoose, ja im südlichen Südamerika giebt es sogenannte „baumartige Moose“, deren aufrechter, unter baumartiger Form auftretender Körper eine Höhe von ca. 1 Meter erreicht. Schon bei uns wächst auf moorigen Waldwiesen, auf Gebirgshalden und an quelligen Orten ein Moos häufig, dessen ebenfalls aufrechter Stengel 28 Centim. lang wird. Es ist das durch seine mit langen gelbbräunlichen Haaren dicht besetzte Calyptra ausgezeichnete Widerthonmoos (Polytrichum

commune), welches, wie fast alle Moose, gesellig wächst und oft große Rasen bildet, die wegen der dicht neben einander stehenden, geraden und mit Blätterquirlen besetzten Stämmchen wie ein Nadelholz en miniature aussehen.

Trotz der ungemein großen Menge von Laubmoosen — in Deutschland allein giebt es gegen 600 verschiedene Arten — zeigt die Organisation des Körpers der Laubmoose doch eine große Uebereinstimmung unter einander.



Fig. 94. Lebermoosblätter.

Mit Ausnahme der Torfmoose sind Stengel, Aeste, Blätter, Blüten und Früchte bei allen Laubmoosen wie nach einem Modell gemacht. Aus diesem Grunde genügt es, einige wenige mikroskopische Blicke in das Innere des Laubmooskörpers zu thun, um eine klare Vorstellung von dessen Bau zu gewinnen. Und zwar wollen wir in Nachstehendem unser Augenmerk auf das Innere der Blätter, Blüten und Früchte richten. Diese Blicke werden meine Leser überzeugen, daß selbst das kleinste, das unscheinbarste Moos unserer Beachtung werth ist, indem es aus einem Zellenbau von wunderbarer Regelmäßigkeit und Schönheit besteht. Wir wenden uns zunächst zu den Blättern der Laubmoose. Diese sind in der

Regel schmal, lanzett- oder pfriemförmig, spitz, oft in eine feine, weißgefärbte Haarspitze auslaufend, am Grunde in eine den Stengel umfassende Scheide ausgedehnt und entweder mit einem Kiel, d. h. einer auf der Rückseite des Blattes hervortretenden Linie, wol auch bisweilen mit zwei bis drei solchen Linien versehen, oder kiellos. In letzterem Falle besteht das Blatt überall blos aus einer einzigen Schicht von Zellen (Fig. 95 a); wo es dagegen einen Kiel besitzt, da wird letzterer aus einem Bündel über einander liegender kleiner, gestreckter Zellen gebildet (Fig. 95 b). Dieser Kiel oder Nerv, wie man jenes Bündel von langgedehnten Zellen wol auch nennt, erstreckt sich oft über die Spitze des Blattes hinaus und bildet dann einen haarförmigen Anhang. Bisweilen ist dieser Auswuchs des Kiels als ein zierlich gezähnter Stiel ausgebildet, wie bei den Blättern vieler Arten der schönen Gattung Barbula, welche außerdem durch die kleinen viereckigen, dickwandigen Zellen ausgezeichnet sind, aus denen ihr Gewebe besteht (Fig. 95 c). Ganz eigenthümlich ist die Bildung der Torfmoosblätter. Sie bestehen zwar ebenfalls blos aus einer einzigen Zellenschicht, allein diese ist aus zweierlei ganz verschiedenen Zellen, nämlich aus sehr großen und aus sehr kleinen Zellen, zusammengesetzt. Letztere bilden ein förmliches Netz, während die großen einzeln liegen und die Maschen des Netzes einnehmen. Die großen Zellen sind außerdem inwendig mit einem Spiralbande ausgekleidet und haben durchbrochene Wandungen, indem sich hier und da große runde Löcher in der Zellenwand befinden. In Fig. 95 d ist ein Stückchen eines Torfmoosblattes stark vergrößert abgebildet. Kiele kommen bei diesen Blättern niemals vor. Auch enthalten die Torfmoosblätter wenig Chlorophyll, was sich sonst in den Blättern der Laubmoose eben so häufig findet, wie in denen der Lebermoose, indem nur die kleinen netzförmig verbundenen Zellen einzelne Chlorophyllkörner enthalten. Aus diesem Grunde haben die Torfmoose immer eine bleiche, gelbliche oder hellbräunliche, wol auch rothe Farbe, und daher kommt die braune oder fahle Farbe jener Moore, deren Oberfläche mit einer dichten Decke von Torfmoosen überzogen ist. Ganz ähnliche Faserzellen, wie die oben geschilderten der Blätter, bilden auch die äußerste oder Hautschicht der Torfmoosstengel. Diese großen, zartwandigen, durchlöcherten Zellen befähigen die Torfmoose in hohem Grade, sich mit Wasser anzufüllen und dasselbe festzuhalten, weshalb ein Torfmoospolster einem Schwamme gleicht. Es ist daher kein Wunder, daß, wo sich Torfmoose ansiedeln, nach und nach Versumpfungen entstehen. Die von unten her absterbenden, im Wasser nur langsam verkohlenden Stengel dieser Moose tragen zur Torfbildung bei; der „Stechtorf" besteht größtentheils aus verkohlten Torfmoosstengeln.

Alle Moose sind, wie ich oben bemerkt habe, im Besitz eines doppelten Geschlechtsapparats, durch dessen Zusammenwirken die Frucht erzeugt wird. Man nennt diesen Apparat die Blüte der Moose, weil er allerdings dieselbe Bestimmung hat, wie die Blüte der Samenpflanzen. Freilich fehlen der Moosblüte in der Regel die bunten Blätter und Hüllen, die wir an vielen Blumen der Samenpflanzen bewundern, auch sind die Theile der Moosblüte von einer mikroskopischen Kleinheit. Die wesentlichen Theile sind die sogenannten Antheridien und Archegonien. Antheridien nennt man bei den Moosen kleine bald kugelige, bald eiförmige, bald keulenförmige oder längliche, sitzende oder gestielte, inwendig hohle Körper, deren Wand aus zartem Zellgewebe besteht und deren Inneres eine Menge kleinerer Zellen einschließt, in deren jeder sich

ein schraubenförmig aufgerollter Faden befindet (Fig. 97, 8). Diese Fäden werden Schwärmfäden genannt, weil sie, wenn sie nach dem Aufplatzen des Antheridium und der sie einschließenden Zellen ins Wasser gelangen, gleich den Schwärmsporen der Algen eine Zeit lang lustig darin umherschwimmen. Ihrer Bestimmung nach entsprechen sie nicht nur, sondern sind sogar vollkommen identisch mit den oben S. 154 geschilderten Spermatozoiden der Tange und anderer Algen, weshalb man sie auch gegenwärtig mit demselben Namen zu belegen pflegt.

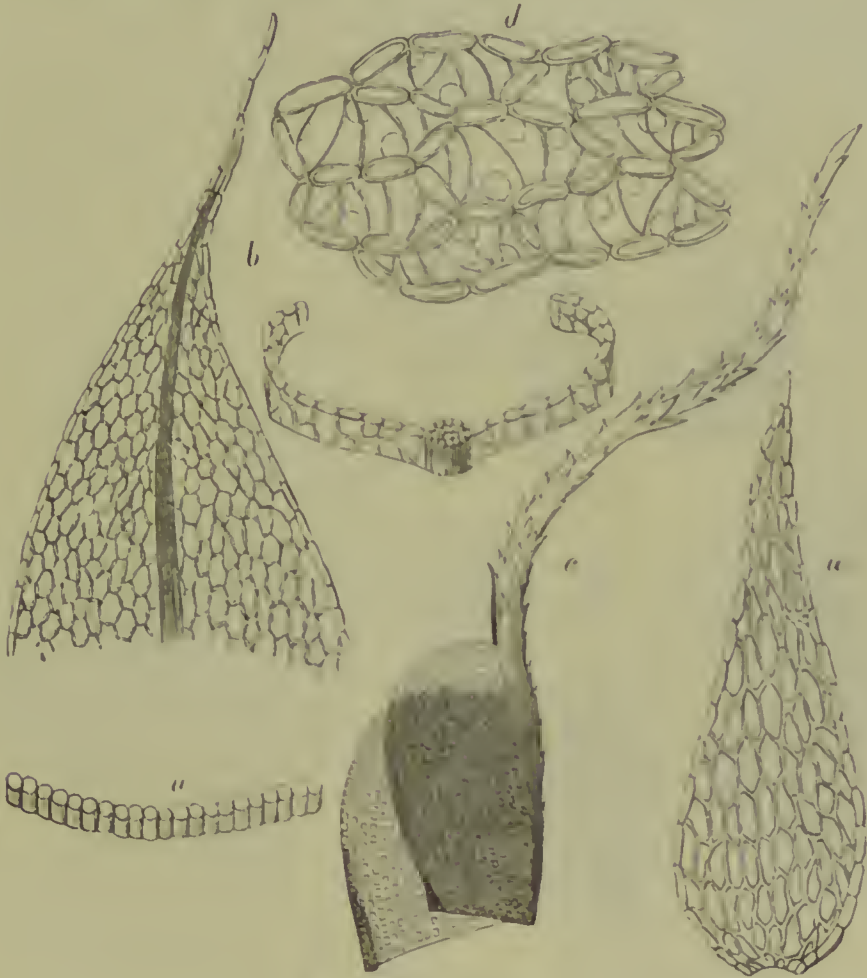


Fig. 95. Laubmoosblätter.

Die Archegonien sind flaschenförmige ebenfalls blos aus zartem Zellgewebe gebildete Organe, an denen man den unteren kugelig oder eiförmig angeschwollenen Theil, den Bauchtheil, und den oberen, stielartigen Theil, den Hals oder Griffel des Archegonium unterscheidet. Letzteren durchzieht ein enger Kanal, welcher auf eine große, im Bauchtheile befindliche Zelle, Keimzelle genannt, zuläuft. Dieser Kanal endet an der Spitze des Griffels oft mit einer trichterförmigen Oeffnung. Man betrachtet die Archegonien als die weiblichen, die Antheridien als die männlichen Organe, und zwar mit Recht, indem durch die Schwärmfäden der Antheridien die Keimzelle des Archegonium befruchtet, d. h. angeregt wird, sich zur Frucht auszubilden. Davon soll überdies weiter unten noch ausführlicher die Rede sein.

Außer den Antheridien und Archegonien finden sich in den Moosblüten gegliederte Fäden, Zellenreihen, welche zwischen den eigentlichen Geschlechtsorganen stehen. Man nennt sie Saftfäden (Paraphysen). Fig. 96 stellt verschiedene Blüten von Laubmoosen in zweihundertfacher Vergrößerung dar. Die Blüte a enthält Archegonien und Antheridien, getrennt von einander durch Paraphysen und umgeben von breiten, zarten Blättern, bei b ist ein solches Hüllblatt mit vier Antheridien abgebildet. Man nennt eine solche Blüte eine Zwitterblüte. Fig. c dagegen zeigt eine weibliche, blos aus einem einzigen Archegonium bestehende, und eine männliche, blos Antheridien enthaltende Blüte. Beide sind durch Hüllblätter getrennt. Fig. d stellt ein befruchtetes Archegonium dar, dessen Bauchtheil bedeutend angeschwollen, der Griffel dagegen im Verwelken begriffen ist. Die Lebermoose besitzen immer blos eingeschlechtige Blüten. Die männlichen liegen bei den beblätterten Lebermoosen unter einem Blatte, bei den laubigen in Vertiefungen der oberen Fläche des Laubes; die weiblichen Blüten dagegen befinden sich im Innern großer taschen- oder röhrenförmiger Blattorgane (sogenannter Perianthien), welche meist an der Spitze der Aeste und Stengel zur Entwicklung gelangen und nach der Ausbildung der Frucht den Fruchtstiel an der Basis als lockere bauchige Scheide umgeben (s. Fig. 91 und 92). Die Blüten der Laubmoose stehen bald am Gipfel des Stengels und der Aeste, bald an deren Seite zwischen den Blättern und sind gewöhnlich von eigenthümlich geformten Blättern umgeben.



Fig. 96. Moosblüten.

Während die Blütentheile aller Laubmoose fast ganz gleichmäßig gebildet sind, bietet die Frucht eine ungemein große Mannichfaltigkeit sowol hinsichtlich ihrer äußeren Form, als in Bezug auf ihren inneren Bau dar. Bei den unvollkommensten Laubmoosen erscheint sie als eine rings geschlossene Hohlkugel, die an ihrem Scheitel in eine kurze stumpfe Spitze ausgezogen ist, auf welcher die Mütze (calyptra) hängt (Fig. 98 a). Letztere ist immer die obere Hälfte des Archegonium, in welchem die Frucht entsteht, indem jene von der rasch sich ausdehnenden Frucht abgerissen und emporgehoben wird. Nur bei den Torfmoosen (Sphagnum) verhält es sich anders. Hier bildet sich die Frucht innerhalb des Archegoniumbauches vollständig aus, worauf sie, noch vom Archegonium umschlossen, dadurch, daß die Spitze des kurzen Astes, welcher die Blüte trägt, sich rasch zu einem Stiel (Pseudopodium) ausdehnt, emporgehoben wird. Erst jetzt oder schon früher platzt das Archegonium unregelmäßig auf, indem es durch die sich vergrößernde Frucht zersprengt wird. Der größte obere Theil des

Archegonium fällt dabei ab, der unterste bleibt noch eine Zeit lang in Form von kleinen Fetzen stehen, welche bald auch verschwinden. Die Frucht der Torfmoose ist daher stets nackt (mützenlos). Hierdurch ähneln die Torfmoose den Lebermoosen, welche ebenfalls immer eine nackte Frucht haben.



Fig. 97. Weibliche und männliche Pflanzen des Widerthonmooses (Polytrichum commune).

Allein bei den Lebermoosen wird der Bauchtheil des Archegonium, in dem sich auch hier die Frucht bildet, von letzterer durchbrochen, worauf das zerspaltene Archegonium als ein scheidenartiger Körper die Basis des zarten Fruchtstiels umgiebt. Bei den echten Laubmoosen ist der Stiel derb und immer braun, roth oder rothgelb gefärbt. Er ist hier zugleich eine Ausdehnung der Fruchtbasis und nicht, wie bei den Torfmoosen, wo er immer eine bleiche Farbe besitzt, eine Verlängerung des die Frucht tragenden Astes. Die Mütze tritt unter den verschiedenartigsten Formen auf und besteht in der Regel aus einer einzigen, seltener auch aus mehreren über einander liegenden Schichten zarter Zellen (Fig 98 b).

An ihrer Spitze ist häufig noch der Griffel des Archegonium zu erkennen. Die Wandung der eigentlichen Frucht besteht bei den „geschlossenfrüchtigen" Moosen ebenfalls blos aus einer einzigen Schicht von Zellen (Fig. 98 c), bei den „deckelfrüchtigen" Moosen dagegen aus mehreren Schichten verschiedenartig geformter Zellen. Im Centrum der Fruchthöhle befindet sich immer ein freistehender oder sich bis an die Decke erstreckender Zellenkörper, das „Mittelsäulchen" genannt (Fig. 98 c, e). Bei der großen Mehrzahl der Laubmoose hebt sich der oberste Theil der Frucht als ein runder Deckel ab. Man nennt daher die Frucht dieser Moose sehr richtig „Büchse", denn sie sieht in der That so aus, wie eine Apothekerbüchse, welche mit einem Deckel verschlossen ist. Das Deckelchen ist bald flach oder konvex, bald und häufiger in einen stumpfen Buckel oder in eine schnabelförmige und dann nicht selten auf die eine Seite gebogene Spitze ausgezogen (Fig. 98 e), an welcher die Mütze, die in diesem Falle gewöhnlich auf der einen Seite aufgeschlitzt ist, hängt (Fig. 98 d). Das Deckelchen besteht meist auch blos aus einer einzigen Schicht von Zellen mit stark verdickten Wandungen (Fig. 98 i) und springt von selbst ab, nachdem die Büchse völlig reif geworden ist. Dadurch wird der „Mund" der Büchse, wie man deren Oeffnung nennt, sichtbar. Der Rand des Mundes ist aber selten ganz glatt, gewöhnlich ist er mit einer Anzahl von spitzen Zacken versehen, welche man „Zähne" nennt und welche zusammen den „Mundbesatz" bilden. Und zwar ist die Zahl der Zähne bei jeder Moosgattung unveränderlich, die Grundzahl immer 4. Der Mundbesatz besteht nämlich entweder aus 4, oder aus 8, oder aus 16, oder aus 32, oder aus 64 Zähnen. Viele Moose besitzen auch einen doppelten Mundbesatz, einen äußeren, aus stärkeren Zähnen zusammengesetzten und einen inneren, aus schwächeren Zähnen oder sogenannten „Wimpern" bestehenden. Beiderlei Organe treten unter höchst verschiedenartigen und zum Theil sehr merkwürdigen Formen auf und haben unter dem Mikroskop ein ungemein zierliches Aussehen. Die Zähne des äußern Mundbesatzes sind immer sehr hygroskopisch, d. h. sie schlagen sich beim Austrocknen zurück und krümmen sich beim Feuchtwerden wieder über den Mund der Büchse. Fig. 98 f zeigt die stark vergrößerte Büchse eines sehr kleinen Mooses mit einem einfachen, aus 16 Zähnen bestehenden Mundbesatz, dessen Zähne zurückgebogen sind. Bei g erscheint derselbe Mundbesatz in feuchtem Zustande, die Mündung der Büchse schließend. Bisweilen ist jeder Zahn der Länge nach in zwei Schenkel gespalten, z. B. bei der Gattung Dicranum (Fig. 98 h). Eine höchst wunderbare Gestaltung besitzt der Mundbesatz der schönen Gattung Barbula. Derselbe besteht nämlich aus 32 sehr langen wimperförmigen Zähnen, die spiralförmig zusammengedreht (Fig. 98 k), wol auch in ihrer unteren Hälfte zu einer zelligen Membran (l), welche bisweilen in seltsamer Weise durchbrochen ist (m), verwachsen sind. Manchmal sind die Zähne und Wimpern des Mundbesatzes auch gänzlich unter sich verwachsen. So erscheint bei Buxbaumia der äußere Mundbesatz als eine zusammenhängende Krone, der innere als eine gefaltete und gedrehte Membran. In der Höhlung der Büchse befindet sich bei allen deckelfrüchtigen Moosen ein zartes Zellensäckchen, der „Sporensack" genannt, welches an der eigentlichen Büchsenwand nur locker anliegt und von dem Mittelsäulchen durchzogen ist (Fig. 98 e). In diesem Sacke entstehen die Sporen und bleiben auch bis zum Aufspringen der Kapsel darin verschlossen. Es ließe sich über den Bau der Laubmoosfrucht noch viel Interessantes mittheilen, allein der

beschränkte Raum verbietet mir dies. Ich bemerke daher blos noch, daß in dem beigedruckten Holzschnitte 98 die Figuren a, b und c sich auf Phascum patens, d und e auf Gymnostomum curvirostre, f und g auf Weissia viridula, h auf Dicranum heteromallum, i und k auf Barbula rigida, l auf Barb. subulata und m auf Barb. mucronifola beziehen.



Fig. 98. Laubmoosfrucht.

Schließlich sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß aus der keimenden Spore der Laubmoose nicht sofort eine neue Moospflanze hervorgeht, sondern zunächst ein aus conferveuartigen Zellenreihen bestehendes, vielfach sich verzweigendes Gebilde, welches man den Vorkeim (protonema) der Laubmoose nennt. An diesem oft 10—15 Quadratcentim. in Form eines verworrenen grünen

Räschens bedeckenden Vorkeim bilden sich zahlreiche kleine Knospen (Zellenkörperchen), aus deren jeder sich eine Moospflanze entwickeln kann. Zu dergleichen Vorkeime vermögen sich auch die ursprünglich aus einer einzigen verlängerten Hautzelle, später aus Zellenreihen bestehenden Wimperhaare, welche sich in großer Menge am Stengel der Laubmoose entwickeln und oft einen förmlichen Filz von meist brauner Farbe bilden, umzugestalten, wodurch dieselben sehr wesentlich zur unmittelbaren Vermehrung der Laubmoose beitragen. Auch bei manchen Lebermoosen entwickelt sich aus der keimenden Spore zunächst ein Vorkeim, welcher später, ebenfalls aus Knospen, oder auch durch seitliche Sprossungen neue Lebermoospflanzen bildet, doch ist der Vorkeim jener Lebermoose anders gestaltet als derjenige der Laubmoose.

Die Farne.

Die große schöne Gruppe der Jedermann bekannten Farne besteht zwar auch noch aus lauter Sporengewächsen, aber aus ungleich vollkommneren, als es die bisher geschilderten sind. Der Farnkörper ist nämlich ein viel zusammengesetzterer Bau, als selbst der Mooskörper, weil er außer gewöhnlichen Zellen, die unter den verschiedenartigsten Formen auftreten, auch sogenannte „Gefäße" enthält. Darunter versteht man lange Röhren, welche aus Reihen von cylindrischen, über einander gestellten Zellen durch Zerstörung der die Hohlräume der einzelnen Zellen trennenden Wände (der Scheidewände der scheinbar gegliederten Röhre) entstehen und zu Bündeln vereinigt zu sein pflegen. Diese „Gefäßbündel", welche wir weiter unten noch näher kennen lernen werden, verzweigen sich innerhalb des Zellgewebes des Farnkörpers, besonders in dem Gewebe der Blätter, die man in der Wissenschaft „Wedel" nennt, auf das Vielfachste, so daß sie ein förmliches Netz bilden. Von einem eben solchen, oft noch viel feinmaschigeren Netz von Gefäßbündeln sind auch die Blätter fast aller Samenpflanzen durchzogen, und überhaupt fehlen die Gefäße und Gefäßbündel fast keiner einzigen Samenpflanze. Ja, im Körper der höheren Samenpflanzen erscheinen die Gefäße ungleich vollkommener ausgebildet, als im Farnkörper. Alle Pflanzen, welche von Gefäßbündeln durchzogen sind, nennt man „Gefäßpflanzen"; unter ihnen nehmen die Farne die unterste Stufe ein. Diese treten in unsern Gegenden, wie überhaupt in der ganzen gemäßigten Zone, blos als Kräuter auf, weshalb man auch gewöhnlich von Farnkräutern reden hört. Dagegen erscheint die Farnpflanze in der heißen Zone häufig als stattlicher Baum von palmenartigem Wuchse ausgebildet, indem auf einem schlanken astlosen Stamme eine stolze Krone von großen, fein zertheilten Wedeln thront. Auch unter unsern Farnen giebt es einige, welche einen ganz ansehnlichen Stamm besitzen, allein derselbe bleibt immer unter dem Boden verborgen. Dahin gehören der gemeine Wurmfarn (Aspidium Felix mas) und der deutsche Straußfarn (Struthiopteris germanica). Der Farnstamm ist inwendig von großen, auf dem Querschnitt meist halbmondförmig gestalteten Gefäßbündeln durchzogen. Mitunter erscheinen dieselben auf dem Querschnitt in einen Kreis gestellt, und zwar stets so, daß ihre konvexe Seite dem innerhalb des Kreises befindlichen sehr breiten Marke, ihre konkave Seite aber der Rinde zugekehrt ist (Fig. 99).

Alles dies läßt sich mit bloßem Auge erkennen, nicht aber der Bau der Gefäßbündel, des Markes und der Rinde. Ich will mich jedoch hierbei nicht aufhalten, sondern die geehrten Leser einen Blick in das Gewebe der Wedel thun lassen, weil dasselbe wegen seiner Regelmäßigkeit ein ungleich schöneres Bild gewährt, als dasjenige des Stammes. Ich bemerke nur, daß die Gefäßbündel des Farnstammes blos sogenannte Ring-, Spiral- und Treppengefäße enthalten (s. unten) und die Zellen, woraus die Rinde und der mittelste Theil des Markes besteht, braun, die übrigen Zellen weiß gefärbt sind. Letztere pflegen sehr reich an Stärkemehl (s. unten) zu sein. Die Wedel bestehen bei unseren Farnkräutern, wie überhaupt bei der Mehrzahl der Farne, aus mehreren über einander liegenden Schichten verschieden geformter Zellen, gewöhnlich aus vier. Die obere und untere Fläche eines jeden Wedels ist nämlich zunächst von einer Schicht platter, breiter, tafelartiger Zellen, deren Seitenwände meist schlangenförmig hin- und hergebogen sind und zwischen denen sich hier und da sogenannte „Spaltöffnungen" (s. unten) befinden, überzogen, von einer sogenannten „Oberhaut" (Epidermis). Dazwischen liegen zwei Schichten anders geformter Zellen, nämlich unmittelbar unter der Oberhaut der oberen (dem Himmel zugekehrten) Fläche eine aus kurzen, cylindrischen, eng an einander schließenden, auf die Fläche des Wedels senkrecht gestellten Zellen bestehende Schicht und zwischen dieser und der unteren Oberhaut eine aus kugeligen oder unregelmäßig geformten Zellen locker zusammengesetzte Schicht. In letzterer verlaufen stets die Gefäßbündel, welche innerhalb der Wedel immer sehr regelmäßig und oft sehr zierlich verästelt sind und dem bloßen Auge (wie auch die Gefäßbündel in den Blättern der Samenpflanzen) als vertiefte oder erhabene, und wenn man den Wedel (oder das Blatt) gegen das Licht hält, als durchsichtige helle Linien erscheinen. Diese eigenthümliche Zusammensetzung des Gewebes jener Farnwedel kann man unter dem Mikroskop nur an zarten, senkrecht durch die Wedelfläche geführten Schnitten erkennen, denn jene vier Zellenschichten bilden zusammen ein so dichtes Gewebe, daß ein abgeschnittenes Stückchen eines Wedels unter dem Mikroskop als dunkler (opaker) Gegenstand erscheint und die Beleuchtung von oben her höchstens noch den Bau der Oberhaut erkennen lassen würde. Anders verhält es sich bei den kleinen, zierlichen Farnkräutern aus der Gruppe der sogenannten Hautfarne (Hymenophyllaceae), Farne, deren Mehrzahl auf den Inseln der südlichen Halbkugel wächst, von denen jedoch einige Arten auch in Europa, eine (Hymenophyllum thunbridgense) sogar hier und da in Deutschland (z. B. in der Sächsischen Schweiz), gefunden werden.





Fig. [illegible]. Stück eines Farnstammes, von der Seite und im Querschnitt.

Die Wedel dieser Farne bestehen nämlich gleich dem Körper vieler laubartigen Lebermoose blos aus einer einzigen Schicht von Zellen, in der die Gefäßbündel verlaufen, und da die Zellen immer höchst regelmäßig gestaltet und wegen

ihrer außerordentlichen Zartheit sehr durchsichtig sind, so gewähren diese Wedel bei starker Vergrößerung einen überraschend schönen Anblick, wofür Fig. 100 einen Beweis ablegt, wo bei a die Spitze eines Wedels des in Chile wachsenden Leptocionium dieranotrichum, bei b ein Theil des Wedels von Hymenophyllum antarcticum aus Neuholland abgebildet ist. Die dunklen Streifen im Zellgewebe beider Wedel sind die Gefäßbündel, die stachelförmigen Organe auf dem Wedel von a Haare, welche meist aus zwei pfriemenförmigen Ausdehnungen oder Ausstülpungen einzelner Zellen der Wedelsubstanz bestehen.

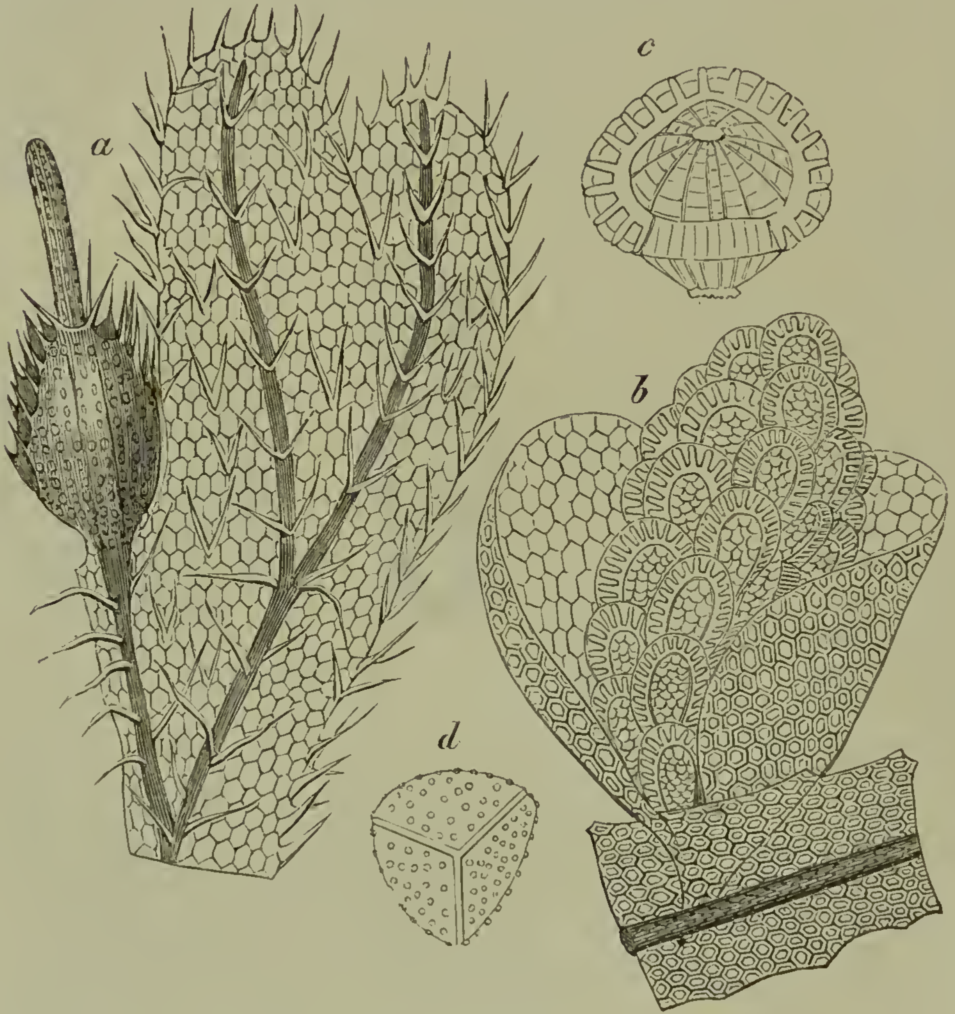


Fig. 100. Hautfarne.

Einen sehr zierlichen Bau besitzen auch die Sporenkapseln oder Früchte der Farne. Wo aber befinden sich diese? — Der geehrte Leser hat gewiß schon hundertmal die hellbraunen Punkte und Striche gesehen, welche sich an der unteren Fläche ausgewachsener Farnkrautwedel befinden und zusammen oft zierliche Muster bilden, Dinge, woran er bisher die Farnkräuter erkannt haben wird, und zwar mit Recht. Nun, jene Punkte, Flecke und Striche sind weiter nichts, als Gruppen von Sporenkapseln, sogenannte Fruchthäufchen (sori).

Bei den geschilderten Hautfarnen stehen diese Fruchthäufchen nicht an der unteren Fläche, sondern am Rande der Wedel. Und zwar sind hier die Sporenkapseln um einen Stiel gruppirt, welcher nichts Anderes ist, als die Verlängerung eines Gefäßbündels (Fig. 100 a, wo die Kapseln von dem Stiel bereits abgefallen sind). Die Basis des Stiels und des Fruchthaufens, oft auch der ganze Fruchthaufen, ist immer von einer eigenthümlichen, bald trichter-, bald becher-, bald glocken-, bald muschelförmigen Blatthülle, Schleier (indusium) genannt, verhüllt.



Fig. 101. Kapseln, Sporen und Spreublättchen vom Farn.

Ein solcher Schleier (Fig. 100 a und b) findet sich auch bei den Fruchthäufchen der meisten übrigen Farne. Unter den einheimischen besitzt der Wurmfarn den am auffälligsten gebildeten Schleier. Derselbe hat nämlich die Gestalt eines Schildes, welches den Fruchthaufen von oben her bedeckt. Davon hat auch die sehr große Farngattung, zu der das genannte Farnkraut gehört, den Namen Schildfarn (Aspidium) erhalten. Fig. 101 I, b stellt ein von seinem Schleier bedecktes Fruchthäufchen eines ostindischen Schildfarns stark vergrößert dar. Man sieht, daß der Schleier aus einer einzigen Schicht zarter Zellen besteht.

Unter dem Rande des Schildes gucken einzelne Sporenkapseln hervor. Letztere sind ungleich einfacher organisirt, auch viel kleiner als die Mooskapseln, aber doch nicht weniger zierlich und wunderbar. Bei der überwiegenden Mehrheit der Farne besteht die Wandung der Kapseln aus einer einzigen Schicht unregelmäßiger Zellen und es ist eine jede Kapsel entweder ganz oder theilweise von einem höchst zierlichen, gegliederten Ringe umgeben, welcher von einer Reihe von Zellen gebildet wird, deren sich berührende Wände ungleich dicker als die übrigen sind.

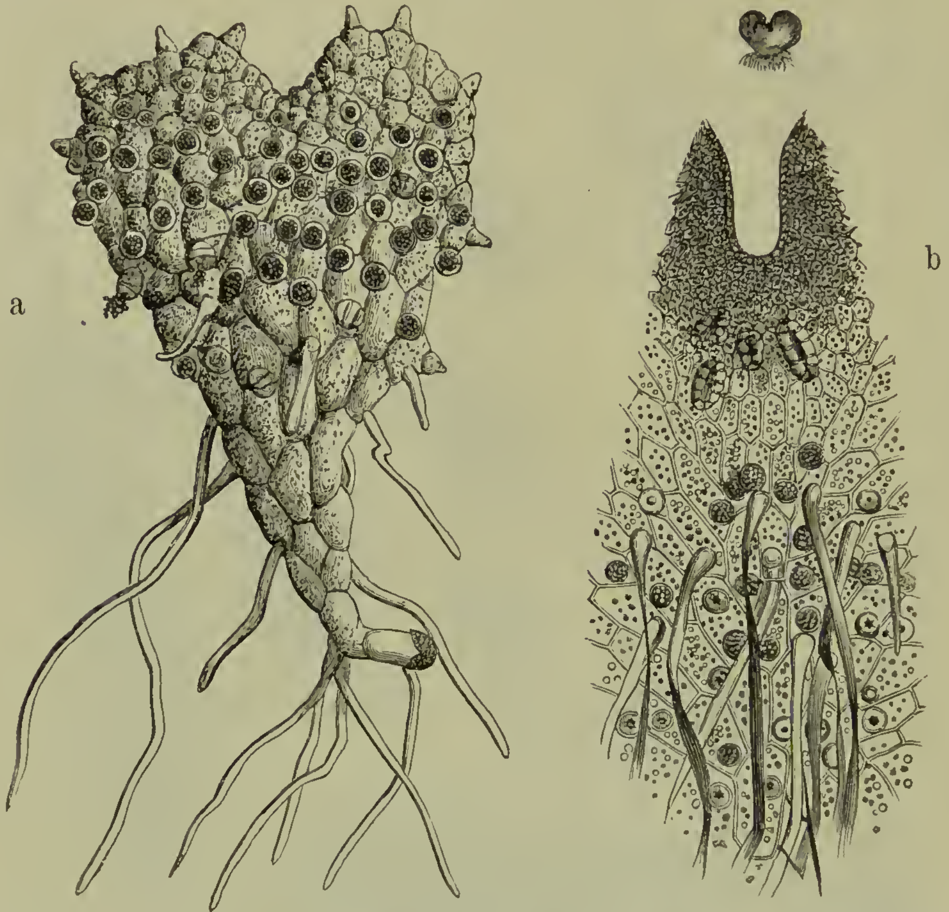


Fig. 102. a Vorkeim (Prothallium) von Scolopendrium mit Antheridien. — b Theil eines Vorkeims von Pteris serrulata mit Antheridien und Archegonien.

Dieser mit einer ganz eigenthümlichen Elastizität begabte Ring, welcher zuletzt dadurch, daß er sich ausstreckt, das Zerreißen der zarten Kapsel bewirkt, umgiebt bei unseren Farnen, wie überhaupt bei der Mehrzahl der Farne, die Kapsel in senkrechter Richtung, doch nicht vollständig, indem die Basis der Kapsel gewöhnlich in einen Stiel ausgezogen ist (Fig. 101 I c, II b, III a, b). Bei den Baumfarnen der Tropen dagegen ist der Ring vollständig, obwol er ebenfalls senkrecht steht (Fig. 101 V a, b). Die Hautfarne besitzen gleicherweise einen vollständigen, doch nicht ganz ebenmäßig ausgebildeten Ring, der aber der Quere nach die Kapsel umgiebt (Fig. 101 b, c), Ein ähnlicher, nur ganz ebenmäßig gestalteter Ring, jedoch nicht horizontal, sondern schief um die Kapsel laufend, findet sich bei der kleinen Gruppe der Gleicheniaceen, Farnkräutern der südlichen

Halbkugel (Fig. 101 IV a, b). Gewöhnlich ist die Kapsel glatt, seltener mit Haaren, unmittelbaren kegelförmigen Ausstülpungen einzelner Zellen, besetzt (Fig. 101 III). Die in der Kapsel enthaltenen, in reifem Zustande meist braunen Sporen besitzen eine sehr verschiedene Form und bestehen immer aus zwei in einander geschachtelten Hüllen, von denen die äußere gewöhnlich mit körnigen oder stacheligen Hervorragungen besetzt zu sein pflegt. Bei den Hautfarnen sind die Sporen auf der einen Seite abgerundet, auf der andern dreiseitig-pyramidal (Fig. 100 d), bei unseren und überhaupt bei den meisten übrigen Farnen sind sie gewöhnlich kugelig oder länglichrund (Fig. 101 I c).

Noch will ich auf eine Gattung von Organen aufmerksam machen, welche den Farnen eigenthümlich sind, weil dieselben einen ungemein zierlichen Bau besitzen und, da sie wegen ihrer Kleinheit und Zartheit keine weitere Präparation erfordern, sich für Anfänger zu mikroskopischen Untersuchungen ausnehmend eignen. Es sind dies die sogenannten Sprenblättchen, kleine, trockene, bei der Berührung einen raschelnden Ton von sich gebende, hellbraungefärbte Blättchen oder Schuppen, welche an den Stielen der Wedel, oft auch an deren unterer Fläche stehen und nicht selten den Stiel und die untere Wedelfläche als ein brauner Filz gänzlich überziehen. Fig. 101 I a stellt ein solches Sprenblättchen von einem ostindischen Schildfarn, II a von einem peruanischen Farn stark vergrößert dar.

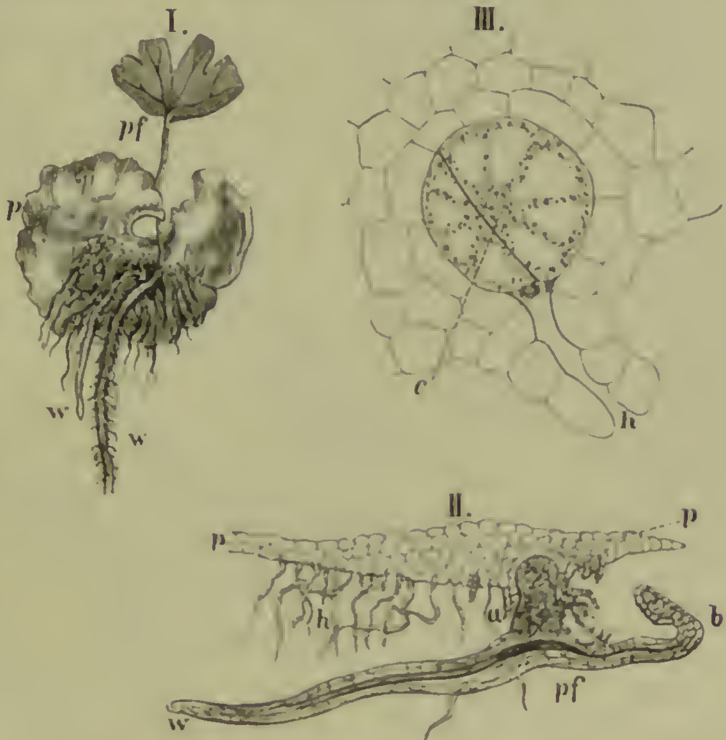


Fig. 103. Farnvorkeim und Archegonium.

Früher glaubte man, die Farne seien geschlechtslos und hielt deshalb dieselben für unvollkommnere Pflanzen als die Moose, obwol man sich gestehen mußte, daß sie hinsichtlich ihrer inneren Organisation weit höher stehen als jene. Erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, den Schleier zu lüften, den die Natur über das Geschlechtsleben der Farne gebreitet hat. Die keimende Spore entwickelt nämlich nicht unmittelbar den Farnkörper, sondern, wie bei den Laubmoosen, zunächst eine provisorische, lediglich aus Zellen bestehende Bildung, einen Vorkeim. Derselbe ist jedoch ein Organ von ganz anderer Bedeutung, als der Vorkeim der Moose, von welchem sich derjenige der Farne schon äußerlich unterscheidet, indem er als ein zweilappiges, in der Mitte mehrschichtiges Laub ausgebildet erscheint,

welches an seiner unteren Fläche zahlreiche Wurzelhaare entwickelt. Aus diesem Vorkeim, den man lange schon kannte, weil er keineswegs mikroskopisch klein, sondern ziemlich groß ist, wächst nach einiger Zeit der eigentliche Farnkörper hervor. Im Jahre 1844 entdeckte Professor Nägeli in Zürich an der unteren, dem Boden aufgedrückten Fläche eines Farnvorkeims Antheridien, ein Jahr drauf der polnische Graf Leszczyc-Suminsky an derselben Fläche Archegonien. Beiderlei Organe, die später bei allen übrigen Farnvorkeimen aufgefunden wurden, sind ganz ähnlich gestaltet, wie bei den Moosen, nur viel kleiner. Während nun bei den Moosen aus dem befruchteten Archegonium die Frucht entsteht, wächst bei den Farnen aus dem befruchteten Archegonium der Farnkörper hervor. Der Farnvorkeim ist also ein Gebilde von viel höherer Organisation und Bedeutung, weshalb es gerechtfertigt erscheint, daß er in der Wissenschaft mit einem besondern Namen (prothallium) belegt wurde. Die Entdeckung der Geschlechtsorgane am Vorkeime der Farne ist eine der schönsten Errungenschaften, welche die Wissenschaft dem Mikroskope verdankt.

Fig 102 zeigt bei a den Vorkeim der Hirschzunge, bei b einen Theil des Vorkeims eines Saumfarns, Fig. 103 bei I den Vorkeim (p) des Frauenhaarstern (Adiantum Capillus Veneris) in natürlicher Größe, welche bereits eine junge Farnpflanze (pf) entwickelt hat, (h) sind die Wurzelhaare des Vorkeims, w und w die erste und zweite Wurzel der jungen Pflanze, bei II einen senkrechten Durchschnitt durch einen jüngeren Vorkeim desselben Farns schwach vergrößert, wo p wieder den Vorkeim selbst bezeichnet, an dessen unterem Rande man außer den Wurzelhaaren h mehrere Archegonien (a) bemerkt, während p f die Pflanze mit ihrem ersten Wedel (b) und der ersten Wurzel (w) ist. III ist ein befruchtetes Archegonium, im Längendurchschnitt gesehen, 800mal vergrößert, wo man am Ende des Halskanals (h) noch Reste der eingedrungenen Schwärmfäden, (Spermatozoiden) bemerkt, durch welche die Eizelle befruchtet wurde, welche sich bereits in einen zweizelligen Keim (e) umgewandelt hat.

Die Schachtelhalme, Wurzelfrüchtler und Bärlappgewächse.

Die Schachtelhalme (Equisetaceae) und die Bärlappgewächse (Lycopodiaceae) werden meinen Lesern gewiß bekannt sein; ich brauche nur an jenes lästige und schwer ausrottbare Unkraut thon- oder mergelhaltiger Felder, den Pferde- oder Katzenzahl, in Norddeutschland Duwok genannt (Equisetum arvense), und an das gemeine Scheuerkraut (E. silvaticum), ferner an jene zierliche moosähnliche, weit umherkriechende Pflanze unserer Nadelwälder und Heiden zu erinnern, deren schlanke, meist paarweis gestellte Fruchtähren das Bärlapp- oder Hexenmehl liefern, dessen man sich auch zur Herstellung der Theaterblitze (daher Blitzpulver!) bedient (Lycopodium clavatum). Anders dürfte es sich mit den Wurzelfrüchtlern (Rhizocarpeae), auch Wasserfarne (Hydropterides) genannt, verhalten. Diese Gewächse werden wol den meisten meiner Leser unbekannt sein, und in der That gehören dieselben zu den selten und vereinzelt vorkommenden Pflanzen. Dennoch dürfen diese meist sehr unscheinbaren Gewächse hier nicht übergangen werden, da ihre Entwicklungsgeschichte und Fortpflanzung höchst interessante und wunderbare Erscheinungen und Verhältnisse darbietet, und diese nur durch das Mikroskop erkannt werden können.

Es würde mich zu weit führen und allzu viel Raum erfordern, wollte ich bei der Schilderung der genannten drei Gruppen von Gefäßsporenpflanzen ebenso verfahren, wie bei den Farnen und Moosen. Ich will mich daher auf das Wichtigste und Interessanteste aus der Entwicklungsgeschichte dieser Gewächse und auf die Gestaltung ihrer Früchte und Sporen beschränken. Auch bei diesen Pflanzen entwickelt die keimende Spore zunächst einen Vorkeim (prothallium), an dem entweder Antheridien und Archegonien oder nur letztere entstehen, worauf aus dem befruchteten Archegonium die neue Pflanze hervorwächst. Es verhalten sich also diese Pflanzen bezüglich ihrer Entwicklung ganz ähnlich wie die Farne.



Fig. 104. Vorkeime und Spore von Equisetum.

Die Schachtelhalme tragen bekanntlich meist dunkel gefärbte Fruchtähren am Ende der Stengel, wol auch der Aeste. Jede solche Fruchtähre besteht aus über einander gelegenen Quirlen von schildförmigen Schuppen, an deren innerer Fläche eine Anzahl von Säckchen sitzen, welche die Sporen enthalten. Letztere sind im reifen Zustande von zwei glatten Spiralbändern umwunden (Fig. 104 IV), welche beim Platzen der Sporensäcke durch ihre plötzliche Streckung die Sporen fortschleudern und deshalb Schleudern (Elateren) genannt werden. Diese an die Schleudern der Lebermoose erinnernden Organe bilden sich aus

der äußersten der drei Häute, von denen die Equisetenspore anfänglich umhüllt ist. Die aus den keimenden Sporen der Schachtelhalme hervorgehenden Prothallien unterscheiden sich von denen der Farne 1. durch geringere Größe, indem die größten (stets weibliche) höchstens 1 Centim. Länge erreichen; 2. dadurch, daß sie zweihäusig sind, d. h. die einen nur Antheridien (männliche Vorkeime), die andern nur Archegonien (weibliche Vorkeime) entwickeln; 3. durch ihre unregelmäßig gelappte oder zerschlitzte Form (Fig. 104 I, II); 4. dadurch, daß sie die Antheridien (I a) und Archegonien (II a) am Rande tragen.

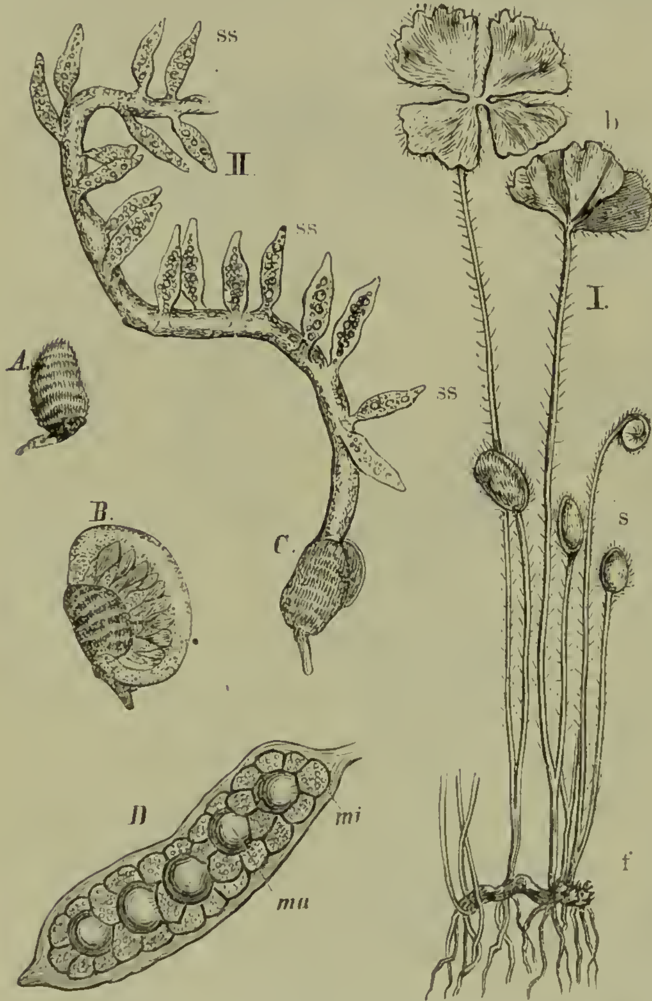


Fig. 105. Marsilea salvatrix. Fruchttragende Pflanze und Organisation der Frucht.

Sehr eigenthümlich sind endlich die Schwärmfäden oder Spermatozoiden gestaltet, wie Fig. 104 III lehrt.

Die Wurzelfrüchtler unterscheiden sich von allen bis jetzt geschilderten Gefäßsporenpflanzen dadurch, daß sie in ihren Früchten zweierlei Sporen, große (Makrosporen) und kleine (Mikrosporen) enthalten, von denen die ersteren ein Prothallium mit meist nur einem Archegonium, die letzteren dagegen zahlreiche Schwärmfäden (Spermatozoiden) erzeugen, durch welche das einzige oder eines der wenigen Archegonien des Vorkeims befruchtet wird. Den Namen „Wurzelfrüchtler" haben diese Gewächse deshalb erhalten, weil ihre kurz- oder langgestielten Früchte aus dem entweder auf dem Boden hinkriechenden oder im Wasser schwimmenden und zahlreiche Wurzeln entwickelnden, wol auch selbst wurzelähnlichen Stengel entspringen (Fig. 105 I, Marsilea Salvatrix in halber natürlicher Größe: f Stengel, b Blätter, s Früchte), welcher außer Wurzeln sehr verschiedenartig geformte Blätter treibt. Die wenigen in Deutschland vorkommenden Repräsentanten der Rhizokarpeen gehören den Gattungen Salvinia, Pilularia und Marsilea an. Die einzige Art der erstgenannten Gattung, S. natans, ist ein hin und wieder in Süddeutschland sich findendes, in stehenden Wässern schwimmendes, schön grünes Pfläuzchen mit kurzgestielten, zweizeilig angeordneten rundlichen Blättern, die Arten der beiden andern Gattungen sind

Sumpfgewächse. Und zwar kommt in Deutschland sowol von Pilularia (nach den pillenähnlichen Früchten so genannt) als von Marsilea nur eine einzige Art vor. Pilularia globulifera hat fast sitzende, kugelige, behaarte Früchte und pfriemenförmige Blätter, Marsilea quadrifolia länger gestielte, zusammengedrückte kahle Früchte und langgestielte, viertheilige Blätter (wie alle Marsileen). Wir wollen uns hier auf die Gattung Marsilea beschränken. Hier kommt die einzig im Pflanzenreiche dastehende Einrichtung vor, daß die zuletzt klappenförmig aufspringende Frucht einen überaus quellbaren Gallertring enthält, welcher die in die Frucht eingeschlossenen zahlreichen Sporensäcke trägt. Durch das in die zur Reifezeit aufspringende Frucht eindringende Wasser wird jener Gallertring bedeutend ausgedehnt, so daß er aus der Frucht hervortritt (Fig. 105 II, A und B, reife Früchte in natürlicher Größe). Endlich zerreißt der Gallertring und streckt sich aus (II, C, schwach vergrößert, s s die Sporensäcke). Jeder Sporensack enthält eine große Anzahl Mikrosporen (II, D, mi) und einige Makrosporen (II, D, ma). Die Schwärmfäden der Mikrosporen sind hier vollkommen schraubenförmig und von denen anderer Gefäßsporenpflanzen noch dadurch auffallend verschieden, daß sie an einer mit kleinen Stärkekörnchen gefüllten Blase sitzen, von der sie sich endlich lostrennen (Fig. 106 I, aufgeplatzte Mikrospore, 550fach vergrößert: i die herausgestülpte Stärkekörner umschließende Innenhaut der Spore, s p Spermatozoiden). Die in Schleim gehüllten Makrosporen, welche einen sehr komplizirten Bau besitzen, sind fast ganz und gar mit Stärkekörnern angefüllt. Bei der Keimung tritt ihre Innenhaut aus der trichterförmigen Oeffnung im Scheitel der Spore als eine blasige Papille hervor, auf welcher das vorher schon ausgebildete kleine Prothallium sitzt, welches nur ein sehr kleines Archegonium entwickelt (Fig. 106 II, gekeimte Makrospore, 60mal vergrößert: a m die Stärkekörner im Innenraum der Spore, p die Papille, pt das Prothallium mit den Wurzelhaaren w und dem Archegonium a, und sl die Schleimhülle der Spore).



Fig. 106. Mikro- und Makrospore von Marsilea.

Die Figuren der beiden Holzschnitte 105 und 106 beziehen sich auf die in Neuholland wachsende Marsilea Salvatrix, welche ein besonderes Interesse dadurch erlangt hat, daß ihre stärkereichen Früchte dem unglücklichen Naturforscher Reichardt monatelang als einziges Nahrungsmittel gedient, ihn also vor dem Hungertode bewahrt haben. Deshalb nannte der Prof. A. Braun in Berlin diese Pflanze M. Salvatrix (d. h. die Retterin oder Erhalterin).

Die Bärlappgewächse stimmen in sofern mit den Rhizokarpeen überein, daß viele derselben ebenfalls Makro- und Mikrosporen und erstere ein Prothallium, letztere Spermatozoiden entwickeln, unterscheiden sich aber von den Wurzelfrüchtlern theils dadurch, daß ihre Früchte — wie bei den Farnen — ein Produkt der Blätter (nicht des Stengels) sind, theils dadurch, daß das Prothallium in der Makrospore eingeschlossen bleibt und aus deren aufgeplatztem Scheitel nur in Form einer kleinen grünen Warze hervortritt. Die den ausgebildeten Vorkeim enthaltende Makrospore der Lycopodiaceen erinnert daher, namentlich nachdem bereits der in dem Bauche des Archegonium eingeschlossene Keim der neuen Pflanze gebildet worden ist, bereits sehr an den Samen der höheren Pflanzen, insbesondere an denjenigen der Nadelhölzer.

Deshalb erscheint es gerechtfertigt, die Lycopodiaceen an das Ende der langen Reihe der Sporengewächse und zwischen diese und die Samenpflanzen (und zwar die Nadelhölzer) zu stellen, und das um so mehr, als es in früheren Perioden der Erdgeschichte (in der Steinkohlenzeit) große, ja kolossale Lycopodiaceenbäume (die Schuppenbäume, Lepidodendron) gegeben hat, welche sowol bezüglich ihrer Kronenausbildung als ihrer Blätter und ihrer zapfenförmig angeordneten Früchte gewissen Nadelhölzern ähnlich gewesen sein dürften.

Zu den oben angeführten Unterschieden zwischen den Bärlappgewächsen und Wurzelfrüchtlern gesellt sich noch die Thatsache, daß zweierlei Sporen bis jetzt nur bei den Gattungen Isoëtes und Selaginella gefunden worden sind, die übrigen, sehr zahlreichen Arten der Gattung Lycopodium (der eigentlichen Bärlappe) dagegen, welche unter allen Lycopodiaceen den am vollkommensten organisirten Körper besitzen und der Mehrzahl nach an die Zapfen der Nadelhölzer erinnernde Fruchtähren hervorbringen, nur eine Sporenform aufweisen, welche ihrer Gestalt und Entwicklung nach zwar mit den Mikrosporen der genannten Gattungen übereinstimmt, aber keine Spermatozoiden enthält. Eine Keimung, d. h. die Bildung eines Prothalliums (an dem aber die Entwicklung von Archegonien noch nicht beobachtet werden konnte), ist bisher blos an den Sporen einer Art, des an überschwemmten Plätzen in ganz Mitteleuropa hier und da wachsenden Lycopodium inundatum, nachgewiesen worden; bei allen übrigen Bärlappen ist es bisher noch nicht geglückt, die Sporen zum Keimen zu bringen. Die Arten der Gattung Isoëtes (Brachsenkraut) schließen sich ihrem äußern Ansehen nach an die Rhizokarpeen und zwar an die Gattung Pilularia an, indem aus einem zahlreiche Wurzelfasern entwickelnden, hier knolligen Stamme eine Anzahl pfriemenförmiger Blätter entspringen, in deren scheidigem Grunde die Früchte stehen. Aber letztere gehören zu den Blättern und diese sind gegliedert. Die Brachsenkräuter wachsen theils auf dem Grunde stehender Gewässer (so das gemeine Brachsenkraut (P. lacustris L.), theils außerhalb des Wassers auf feuchtem und trocknem, sogar dürrem Boden, den ihre Blätter dann in Form eines niedrigen, dichten Rasens überziehen. Dergleichen Arten finden sich nur

in Südeuropa und Nordafrika. Die früher zu Lycopodium gerechneten, sehr zahlreichen, aber der Mehrzahl nach in den Ländern der heißen Zone heimischen Arten der Gattung Selaginella sind höchst zierliche Pflanzen, welche durch ihre kriechenden oder niederliegenden gabeltheiligen Stengel und ihre meist zweizeilig angeordneten, verschieden großen Blätter den beblätterten Lebermoosen ähneln, nur daß sie weit größer sind als jene zarten Pflänzchen. Die Früchte stehen hier an der Innenseite der Blätter der Zweigenden oder besonderer Zweige.

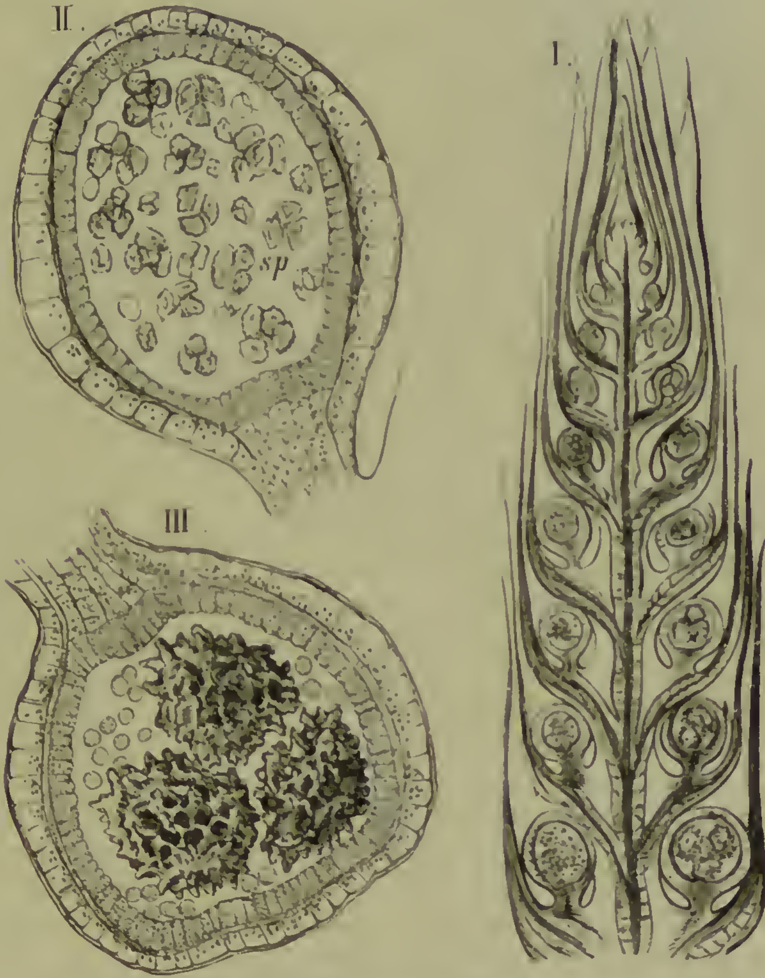


Fig. 107. Fruchtähren und Sporangien von Selaginella inaequalifolia.

Und zwar enthalten die Selaginellenfrüchte, welche als kleine kugelige oder eingedrückte Kapseln von gelblicher Farbe erscheinen, nicht beiderlei Sporen, wie die Früchte der Rhizokarpeen, sondern die einen haben nur Mikro- die andern nur Makrosporen. Fig. 107 I zeigt einen fruchttragenden Zweig der brasilianischen Selaginella inaequalifolia im senkrechten Durchschnitt, etwa 10fach vergrößert, welcher in der linken Hälfte Mikrosporenfrüchte (Mikrosporangien), in der rechten Makrosporenfrüchte (Makrosporangien) trägt. Bei II ist ein Mikrosporangium, bei III ein Makrosporangium im Durchschnitt, 200fach das erstere, 100fach vergrößert das letztere abgebildet.

Besonders merkwürdig sind die Makrosporen gebildet, indem sie eine in weit vorragende, gezähnte, netzförmig verbundene Leisten ausgedehnte Außenhaut besitzen. Die genannte Art nebst vielen andern Selaginellen sind beliebte Dekorationspflanzen unserer warmen Gewächshäuser; zwei Arten, S. helvetica und S. spinulosa, wachsen auch in den Gebirgen Mittel- und Süddeutschlands. Auf den ebenfalls sehr interessanten Bau der Stengel und Blätter der Selaginellen sowie der Lycopodien einzugehen, verbietet leider der beschränkte Raum.

Die Samenpflanzen.

Wollte ich die Samenpflanzen auf dieselbe Weise behandeln, wie die Sporenpflanzen, d. h. eine jede der Gruppen, in welche das Reich der Samenpflanzen naturgemäß zerfällt, besonders schildern, so würde ich, wenn ich mich auch blos auf das Wichtigste beschränkte, ein ganzes Buch schreiben müssen. Glücklicher Weise besitzen die Samenpflanzen im Allgemeinen so viel Uebereinstimmendes sowol in ihrer äußern Gestaltung, als in ihrer innern Organisation, daß eine besondere Schilderung der einzelnen Gruppen und Abtheilungen wenigstens für unsere Zwecke nicht nöthig ist. Denn um eine allgemeine Vorstellung von dem innern Bau der Samenpflanzen zu gewinnen, genügt es, die verschiedenen Arten von Zellgeweben kennen zu lernen, aus denen der Pflanzenkörper fast in allen Abtheilungen jener Gewächse zusammengesetzt ist, sowie die Art und Weise, wie diese Gewebe in dem Pflanzenkörper vertheilt sind. Da nun aber die Verschiedenheit jener Gewebe nicht allein in einem verschiedenartigen Lebenszwecke, in einer verschiedenartigen Thätigkeit besteht, sondern auch auf einer höchst abweichenden Gestaltung der Zellen beruht, diese aber wiederum in der verschiedenartigen Entwicklungsweise der einzelnen Zellen, aus denen die Gewebe zusammengesetzt sind, ihren Grund hat, so muß ich meine Leser zunächst mit der Zelle der höhern Pflanze, ihrer Bildungsweise und ihrem Leben näher bekannt machen.

Unter den verschiedenen Ansichten, welche im Laufe der Zeit über die Bildungsweise und Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzelle zur Geltung gelangt sind, hat sich die in den früheren Auflagen dieses Büchleins adoptirte Ansicht des verstorbenen Professors v. Mohl am längsten behauptet. Nach dieser sollte die Pflanzenzelle in ihrer Jugend, nachdem sie eben fertig geworden ist, aus zwei verschiedenen, in einander geschachtelten und fest in und an einander geschmiegten Säcken oder Schläuchen bestehen, einem äußern festen, aus Zellstoff (Cellulose) gebildeten, der eigentlichen Zellenhaut (Zellenmembran), und einem innern, mehr gallertartigen und von anderer chemischer Zusammensetzung, dem Primordialschlauch. Der letztere sollte bei der Entstehung neuer Zellen sich zuerst bilden und im Leben der Zelle, besonders auch bei der Bildung der sogenannten Gewebezellen (d. h. der zu Geweben verbundenen Zellen, des Zellgewebes), der Mutterzelle, eine hervorragende Rolle spielen, indem er dann durch Einstülpung seiner Membran in zwei oder mehr Zellen sich abschnüre. Nach den neuesten, von Pringsheim, Nägeli, Hofmeister, Sachs u. A. unternommenen Forschungen verhält sich jedoch die Sache ganz anders. Ihnen zufolge besteht die jugendliche Pflanzenzelle aus einem soliden Körper von dickschleimiger Beschaffenheit, sogenanntem Protoplasma, der von einer äußerst zarten Cellulose

membran umgeben ist und in dessen Centrum der Zellkern, ein linsenförmiges Körperchen, eingebettet liegt (Fig. 108 I, junge Gewebezellen aus der Wurzel der Kaiserkrone, 550fach vergrößert). In dem Maße, als die Zelle wächst, scheidet sich ein wässriger Saft, der Zellsaft, aus dem Protoplasmakörper aus, zunächst in Form von hellen Tropfen, welche später zusammenfließen.

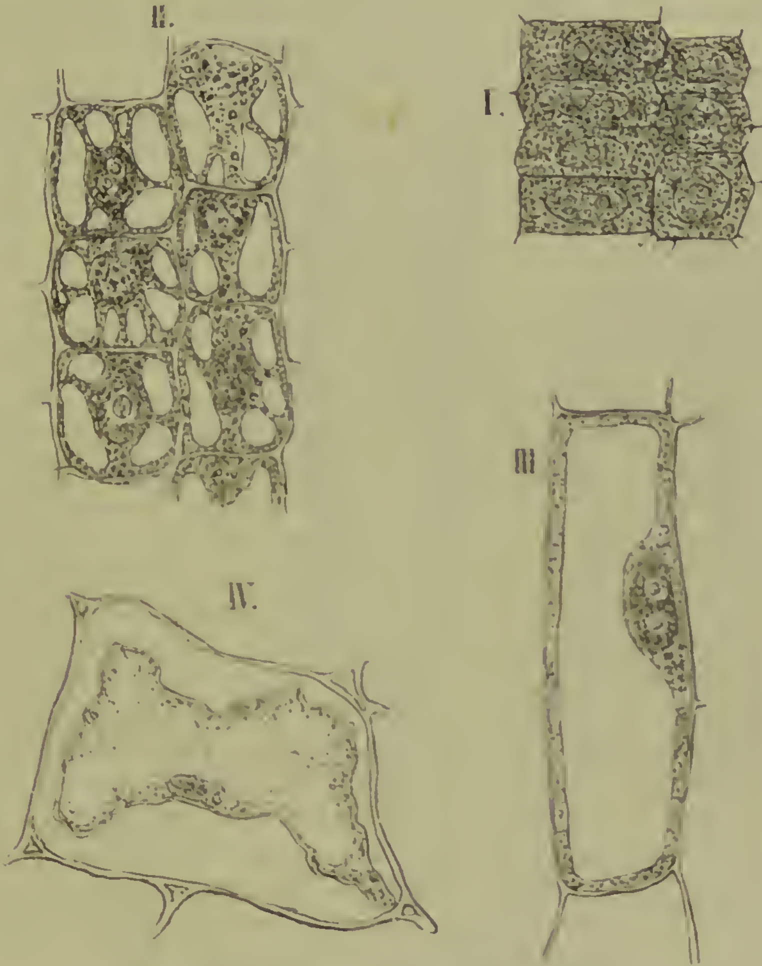


Fig. 108. Entwicklung und Struktur der Pflanzenzelle.

Hierdurch wird der solide Protoplasmakörper in einen der Cellulosemembran anliegenden, schleimig gallertartigen Sack umgewandelt, der durch Protoplasmabalken mit dem ebenfalls von Protoplasma umgebenen, noch im Centrum der Zelle suspendirten Zellkern verbunden ist (Fig. 108 II, ältere Gewebezellen derselben Wurzel, eben so stark vergrößert). Dieser Protoplasmasack, welcher bei Behandlung solcher Zellen mit Alkohol sich von der Cellulosemembran abhebt und faltig zusammenzieht (Fig. 108 IV), ist der so benannte Primordialschlauch Mohl's.

Bald nach der begonnenen Ausscheidung des Zellsafts pflegt sich der Zellkern in die Masse des Protoplasmasackes zurückzuziehen: er wird „wandständig“ (Fig. 108 III, Längsdurchschnitt durch eine ältere Zelle der Kaiserkronenwurzel).

Bezüglich der weiteren Entwicklung der Zelle ist es von ganz entscheidendem Einflusse, ob der Protoplasmasack sich längere Zeit erhält oder bald verschwindet. Nur im ersten Falle vermag die Zelle sich noch weiter zu entwickeln, neue Stoffe von sehr verschiedener chemischer Zusammensetzung, unter Umständen auch neue Zellen (Tochterzellen) zu bilden, während sie im zweiten Falle (nach dem Verschwinden des Protoplasma) einer weiteren Entwicklung nicht mehr fähig ist, indem sie dann nur noch aus der eigentlichen Zellhaut besteht und entweder mit wässrigem Saft oder mit Luft (Gasen) angefüllt erscheint. Dergleichen Zellen können der Pflanze nur noch durch die Steifheit, Festigkeit und andere physikalische Eigenschaften ihrer Membran Dienste leisten, an und für sich aber sind sie als todt zu betrachten. So besteht z. B. das völlig ausgebildete Holz (das „Kernholz") der Bäume nur aus einem Gerüste oder Fachwerk steifer, mehr oder weniger harter Zellhäute. Der Protoplasmakörper der Zelle ist folglich ihr wichtigerer Theil; von ihm, der chemisch betrachtet ein Gemenge verschiedener sogenannter Proteïnstoffe ist (daher aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff besteht, außerdem etwas Schwefel, wol auch Phosphor enthält), wird auch die Cellulosehaut, die eigentliche feste Zellhaut, erzeugt, indem deren Substanz (die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzte Cellulose, auch pflanzlicher Faserstoff genannt) sich im Protoplasma bildet und aus demselben in Form unmeßbar kleiner Körperchen (Cellulosemolekülen) heraustritt, die sich zu einer festen Membran vereinigen. Ebenso entsteht im Innern des Protoplasmakörpers durch Zusammentreten von Protoplasmamolekülen der Zellkern. Da die Zellhaut vom Protoplasmakörper erzeugt, gewissermaßen von demselben abgesondert wird, so muß der Protoplasmakörper eher vorhanden sein als die Zellhaut, und daß dieses in der That der Fall ist (woher auch die Namen Protoplasma, d. h. Urbildungsstoff, und Primordialschlauch, d. h. Urschlauch), beweist die Entstehung, die Bildung neuer Zellen. Dieselbe kann nur im Innern einer bereits vorhandenen Zelle vor sich gehen, welche man bekanntlich eine Mutterzelle nennt. Die Bildung der Tochterzellen erfolgt in sehr verschiedener Weise; wir wollen hier nur zwei Formen derselben näher betrachten, die sogenannte freie Zellenbildung und diejenige Tochterzellenbildung durch Theilung der Mutterzelle, welche bei der Erzeugung von Gewebezellen stattfindet. Bei der freien Zellenbildung entstehen im Protoplasma der Mutterzelle zunächst so viele Zellenkerne, als Tochterzellen gebildet werden sollen, worauf sich ein Theil des Protoplasma um diese Zellenkerne anhäuft und endlich ein jeder der abgesonderten Protoplasmaklumpen sich mit einer zarten Cellulosemembran umgiebt. Zwischen den entstandenen Tochterzellen ist dann noch der Rest des Protoplasma der Mutterzelle vorhanden. Auf diese Weise entstehen z. B. die Sporen der Schlauchpilze und Flechten (Fig. 109 I, zwei Sporenschläuche eines Becherpilzes, Peziza, in 550facher Vergrößerung, a junge Schlauchzelle mit entstandenen Zellenkernen, b ältere mit ausgebildeten Sporen) und die Keimzellen und ersten Endospermzellen im Keimsack der Samenpflanzen (s. unten). Bei der Entstehung der Gewebezellen, auf welcher die Bildung aller Theile des Körpers der Samenpflanzen, der Gefäßsporenpflanzen, der Moose und auch vieler Algen beruht, sondert sich das Protoplasma der Mutterzelle stets in zwei Hälften, nachdem zuvor gewöhnlich zwei Zellenkerne entstanden sind. Zwischen den beiden Protoplasmaportionen bildet sich, indem gleichzeitig

aus allen Punkten der beiden einander zugekehrten Flächen der zwei Protoplasma portionen Cellulosemoleküle heraustreten, eine Cellulosehaut (die Scheidewand), welche beiden nunmehr fertigen Tochterzellen gemeinschaftlich ist. Die Wandung jeder Tochterzelle besteht nun also aus der Hälfte der Mutterzellenwand und aus der neugebildeten Scheidewand. Indem die beiden Tochterzellen sich in derselben Weise wieder theilen (wobei sie natürlich zu Mutterzellen werden) und dieser Vorgang sich wiederholt, kann nach und nach eine ganze Menge zusammenhängender Zellen, ein Zellgewebe entstehen. Fig. 109 II, (schematische Darstellung) mag zur Erläuterung dieses Vorganges dienen. a ist die Wand von zwei verbundenen Urmutterzellen, b die bei der Theilung derselben entstandene Scheidewand, c die bei der Theilung der Tochterzellen, d die bei der Theilung der Enkelzellen gebildete Scheidewand. Die neuen Zellen wachsen nun, d. h. sie vergrößern sich durch Ausdehnung. Dabei gehen sowol in ihrem Innern, als mit ihrer festen Wand mannichfache und zum Theil sehr merkwürdige Veränderungen vor. Fassen wir zunächst die Vorgänge im Innern der Zellen ins Auge.

Sehr bald, nachdem die Zelle fertig geworden ist, beginnt nämlich in ihrem Innern ein Strömen des Protaplasma, welches vom Zellkern ausgeht, sich durch den Hohlraum der Zelle erstreckt und wieder zum Zellkern zurückkehrt. Und zwar ist es nicht ein einfacher Strom, vielmehr erscheint das Protoplasma in eine Menge kleiner Strömchen getheilt, welche sich netzförmig mit einander vereinigen und ihre Lage jeden Augenblick verändern (Fig. 109 III). Dieses wunderbare Strömen des Protoplasma, welches unter dem Mikroskop einen höchst interessanten Anblick gewährt, wird durch die Aufnahme von Wasser aus den benachbarten Zellen eingeleitet, infolge dessen im Mittelpunkte der jungen Zelle der schon erwähnte wässerige Zellsaft entsteht, welcher nun in das Protoplasma eindringt, dieses in

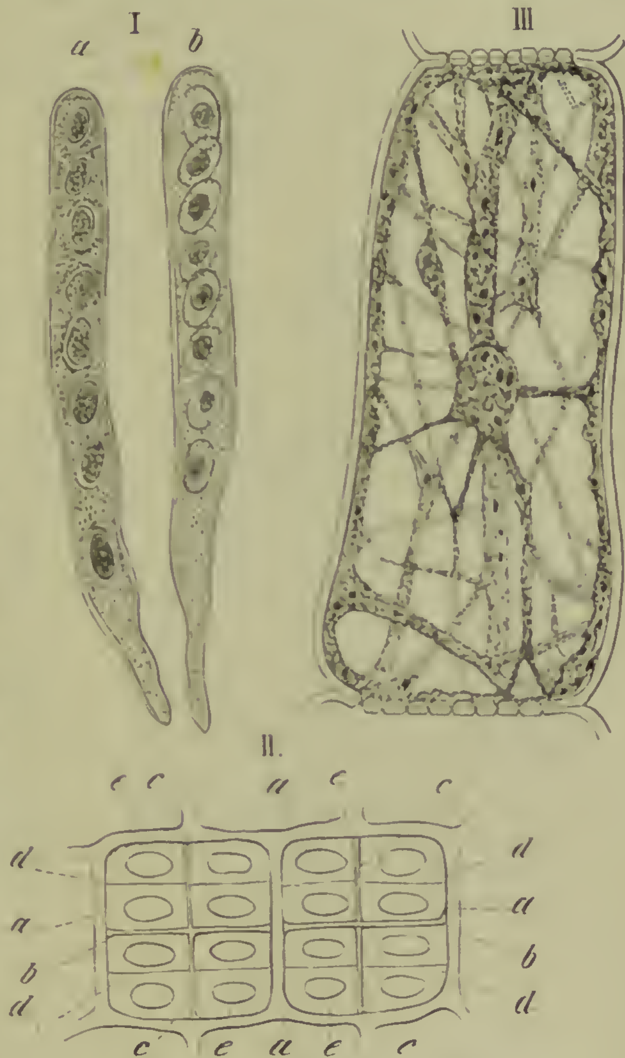


Fig. 109. Bildung von Tochterzellen und Protoplasmaströmung.

einzelne Strömchen sondert, es allmählich immer mehr verdrängt, bis er endlich, nach dem Verschwinden des Protoplasmasackes, den ganzen Zellenraum einnimmt. Wie kann aber Wasser in die Zelle kommen, wenn die Zellenmembran ein rings geschlossener Raum ist? Weil die Membran der Pflanzenzelle das merkwürdige Vermögen besitzt, Flüssigkeiten und Gase auf der einen Seite aufzusaugen, in sich aufzunehmen und auf der andern Seite unverändert wieder von sich zu geben, eine Eigenschaft, welche die Pflanzenzelle mit der Thierzelle gemein hat und durch welche der ununterbrochene, zur Ernährung und zum Wachsthum des Pflanzen- und Thierkörpers unentbehrliche Stoffwechsel im Innern des Pflanzen- und Thierkörpers möglich wird. Was aber wird aus dem Protoplasma? Mit voller Bestimmtheit läßt sich darauf nicht antworten; sicher ist jedoch, daß das Protoplasma theils zur Ernährung der Zellhaut, theils zur Bildung der verschiedenen körnigen Stoffe, die man in vielen erwachsenen Zellen findet, verwendet wird. Nach der Bildung des Zellsaftes entstehen nämlich im Innern der Zelle durch deren Lebensthätigkeit neue Stoffe, die je nach der Lage und der Bestimmung des Gewebes, dem die Zelle angehört, verschieden sind, sowol flüssige als feste. Unter letzteren verdienen besonders viererlei Stoffe eine Erwähnung, nämlich die Stärkemehlkörner, die Klebermehlkörner, die Pflanzengrün- oder Chlorophyllkörner und die Krystalle von Salzen. Die schon wiederholt erwähnten Chlorophyllkörner, auf deren Vorhandensein die grüne Farbe so vieler Pflanzentheile beruht, bilden sich in den Zellen, wo wir sie finden, dadurch, daß die Protoplasmaschicht, welche solche Zellen in ihrer Jugend auskleidet, in vieleckige Stücke sich sondert, die sich hierauf allmählich abrunden, wobei sie sich gelb, zuletzt grün färben. Die Chlorophyllkörner entstehen also unmittelbar aus dem Protoplasma und müssen daher alle Bestandtheile desselben enthalten, wozu noch der ihnen eigene, grüne, die Masse der Körner durchdringende Farbstoff kommt. Dieser grüne Farbstoff vermag sich nur unter dem Einflusse des Lichtes zu bilden, denn wir beobachten, daß, wenn wir beblätterte Pflanzen in einen dunklen Raum bringen, die vorher grünen Blätter bleich werden, ebenso daß, wenn wir Samen in einem finstern Raume keimen lassen oder wenn Holzpflanzen, welche in finstern Räumen, z. B. Kellern, überwintert wurden, im Frühjahr zu treiben anfangen, die Triebe und Blätter bleich, gelblichweiß gefärbt, daß sie „vergeilt“ oder, wie man sich jetzt in der Wissenschaft ausdrückt, „etiolirt“ sind. Dergleichen vergeilte oder etiolirte Pflanzen werden wieder grün, wenn man sie einer hellen Beleuchtung aussetzt, und untersucht man die vergeilten Blätter, so findet man in bestimmten Zellen gelbliche Körner, welche unter der Einwirkung des Lichtes grün werden, also Chlorophyllkörner sind, in denen das grüne Pigment noch nicht zur Entwicklung gekommen ist. Die Chlorophyllkörner liegen gewöhnlich der Innenwand der Zelle an und finden sich namentlich in dem Gewebe der Blätter sehr häufig (s. Fig. 135). Sie dienen nicht blos dazu, wie man allen Ernstes lange Zeit angenommen hat, den Pflanzen die anmuthige grüne Farbe zu verleihen, sondern haben eine sehr wichtige Rolle im Leben der Gewächse zu spielen. Sie vermögen nämlich die Kohlensäure, welche die Pflanzen von außen, namentlich aus der Luft aufnimmt, zu zersetzen, und während sie den Sauerstoff dieser Säure abscheiden, welcher als Gas in die Luft entweicht, aus dem übrig bleibenden Kohlenstoff sowie aus Wasserstoff und etwas Sauerstoff neue Pflanzensubstanz, und zwar zunächst Stärke zu erzeugen, wovon später noch weiter

die Rede sein soll. Da nun das meiste Chlorophyll in den Blättern enthalten ist, so wird auch durch die Blätter das meiste Sauerstoffgas ausgeschieden werden müssen, und da die Luft für Thiere und Menschen desto angenehmer zu athmen und desto gesünder ist, je mehr sie Sauerstoff enthält, so erklärt es sich leicht, wie wichtig es in gesundheitspolizeilicher Hinsicht ist, in großen volkreichen Städten für Anpflanzung von Bäumen (Alleen, Promenaden, Parken) Sorge zu tragen, um dadurch die Luft zu verbessern, und wie zweckmäßig es ist, in Zimmern, zumal im Winter, oder in Krankenstuben sogenannte Blattpflanzen zu kultiviren. Noch sei bemerkt, daß das Chlorophyll die Kohlensäure nur unter der Einwirkung des Lichtes zu zersetzen vermag, also nur am Tage. Am raschesten geht dieser chemische Prozeß im Sonnenschein vor sich.

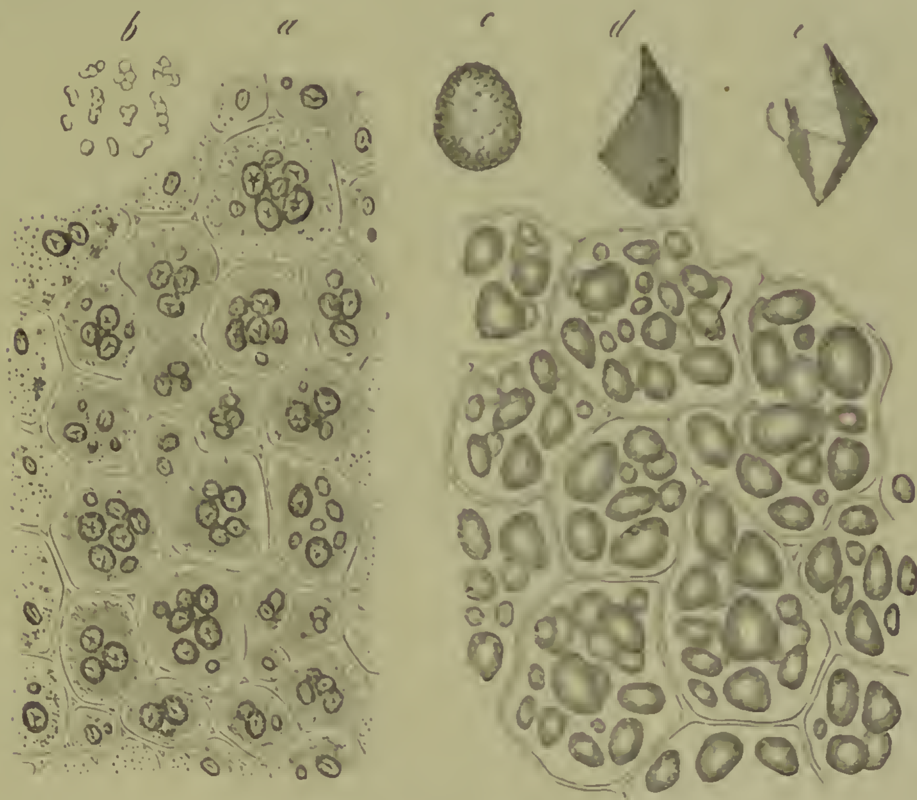


Fig. 110. Inneres einer Kartoffel und Bohne; Klebermehlkörner.

Auf der Menge der Chlorophyllkörner in den Zellen und auf der Vertheilung der chlorophyllhaltigen Zellen beruhen die so unendlich verschiedenen Nüancen von Grün bei den Pflanzen. So ist z. B. der so häufige Unterschied des Grün zwischen der obern und untern Fläche der Blätter, wenn nämlich die obere Fläche dunkelgrün, die untere hellgrün gefärbt erscheint, darin begründet, daß die der obern Fläche zunächst gelegenen Zellen des Blattgewebes nicht allein mehr Chlorophyll enthalten als die übrigen, sondern auch dicht an einander gedrängt liegen, während die der untern Blattfläche zugekehrten locker verbunden und durch große, lufterfüllte Intercellularräume getrennt sind (s. Fig. 135). — Das Klebermehl, ein erst in neuester Zeit gehörig gewürdigter Stoff, findet

sich in Form rundlicher, eckiger oder ganz unregelmäßiger Körner in den Zellen der meisten Samenkerne (manche Samen, z. B. die Lupinensamen, enthalten nur Klebermehl; viele, z. B. die Bohnen, Klebermehl und Stärkemehl neben einander, wenige, wie die Getreidekörner, fast nur Stärkemehl und äußerst weniges Klebermehl), außerdem in der Rinde, dem Mark und den Markstrahlen und in den Knospen der Bäume, sowie in den Knollen und ausdauernden Wurzeln von Pflanzen in Begleitung von Stärkemehl, jedoch in den Baumstämmen, Knollen und Wurzeln vorzugsweise während des Winters. Die Klebermehlkörner sind viel kleiner als die Stärkemehlkörner (s. Fig. 110, wo bei a ein feiner Schnitt durch den Kern einer Bohne in 200facher Linearvergrößerung abgebildet ist und die großen in den Zellen enthaltenen Körner Stärkemehlkörner sind, die kleinkörnige Masse dagegen, die bei b stärker vergrößert dargestellt ist, aus Klebermehl besteht), farblos oder gefärbt, dicht oder hohl, haben meist eine grubig vertiefte Oberfläche und enthalten nicht selten traubige Knollen oder krystallinische Körper oder haben selbst eine krystallartige Form. Die Klebermehlkörner unterscheiden sich außerdem vom Stärkemehl dadurch, daß sie sich in Wasser leicht auflösen und durch Jod nicht blau, sondern gelb gefärbt werden. Ihre Masse enthält, da sie aus den Bestandtheilen des Protoplasma besteht, so zu sagen verdichtetes ausgetrocknetes Protoplasma ist, stets mehr oder weniger Stickstoff. Aus letzterem Umstande erklärt es sich, weshalb die sogenannten Hülsenfrüchte (Bohnen, Erbsen, Puffbohnen, Linsen, Wicken) eine viel nahrhaftere Speise für Menschen und Thiere abgeben, als Sago, Reis, Graupen, Hafergrütze, Gries und andere aus Getreidekörnern gemachte Nahrungsmittel. Die Samen der Hülsenfrüchte enthalten nämlich immer sehr viel Klebermehl, während in den Getreidekörnern, wie schon bemerkt wurde, sich äußerst wenig von diesem nährenden Stoff findet. Aber nicht allein für den Menschen ist das Klebermehl ein hochwichtiger Stoff; eine viel bedeutendere Rolle spielt dasselbe im Leben der Pflanze selbst, im Verein mit dem Stärkemehl oder mit fetten Oelen (Pflanzenfetten). Das in den Zellen der Samenkerne aufgespeicherte Kleber- und Stärkemehl (die ölhaltigen Samen, z. B. der Raps, enthalten anstatt des letzteren fettes Oel) ist nämlich dazu bestimmt, bei der Keimung dem sich entwickelnden Keime zur Nahrung zu dienen, was so lange fortgesetzt werden muß, bis die Keimpflanze sich vollständig bewurzelt und ausgebildete Blätter getrieben hat. Eine ganz ähnliche Rolle spielen das Stärke- und Klebermehl, welches man vom Herbst bis zum Frühling in den Wurzeln und Stämmen der Bäume und in den Wurzeln, Knollen und Zwiebeln aller ausdauernden (perennirenden) Kräuter und Gräser findet. Dieses Stärke- und Klebermehl, welches während des Sommers durch die Lebensthätigkeit der Zellen, in denen man es im Winter findet, producirt wird, ist zur Ernährung der in den Knospen schlummernden Triebe und Blätter während der Entfaltung der Knospen im Frühlinge bestimmt (also für eine folgende Vegetationsperiode „reservirt", weshalb man jene Substanzen auch „Reservestoffe" genannt hat) und wird deshalb vor dem Ausbruch des Laubes, wenn, wie man zu sagen pflegt, „der Saft in die Bäume tritt", durch den aufwärts steigenden Saft aufgelöst, zersetzt und in ernährenden Saft umgewandelt und in dieser Form den in den Knospen eingeschlossenen Organen zugeführt. Die Entfaltung der Knospen im Frühlinge und die Bildung neuer Triebe würde folglich ohne Stärke- und

Klebermehl ebenso wenig möglich sein, als das Keimen der Samen. Durch die Aufspeicherung dieser Nährstoffe im Samen, in den Wurzeln, Stämmen, Knollen u. s. w. sorgt also die Pflanze theils für ihre eigene Zukunft, theils für ihre Nachkommenschaft, um mich dieses Ausdruckes zu bedienen, — ein neuer Beweis dafür, wie weise in der Natur für jedes Geschöpf gesorgt ist.

Die im Vorstehenden wiederholt erwähnten und hinsichtlich ihrer Bestimmung schon besprochenen Stärke- oder Stärkemehlkörner kommen bei allen assimilirenden Pflanzen noch viel häufiger vor, als die Klebermehlkörner. Man findet sie vorzüglich in den Zellen der Knollen (z. B. der Kartoffel), Zwiebeln, fleischiger Wurzeln und Früchte, in vielen Samenkernen (z. B. in Getreidekörnern, wo der Mehlkörper, welcher beim Mahlen das Mehl liefert, lediglich aus stärkemehlhaltigen Zellen besteht), aber auch in den Zellen des Markes, in vielen Zellen der Rinde und selbst des Holzes der Bäume und ihrer Wurzeln (wenigstens während des Winters) und vieler anderer Pflanzen.



Fig. 111 Stärkekörner

Wir wissen bereits, daß die Stärke durch die Thätigkeit der Chlorophyllkörner in deren Innerm gebildet und daß während der Nacht ein Theil der am Tage erzeugten Stärke wieder verflüssigt und aus den Chlorophyllkörnern ausgeschieden wird. Diese gelöste Stärke wandert von Zelle zu Zelle, wobei häufig kleine Stärkekörner gebildet und wieder aufgelöst werden, bis sie endlich, so weit sie nicht etwa in Zucker und andere Substanzen umgesetzt wird, in jenen Zellen der Samen, Rinde, Knollen u. s. w. sich in körniger Form für längere Zeit, d. h. als Reservestoff ausscheidet. Blos diese Stärkekörner wollen wir hier genauer ins Auge fassen. Dieselben besitzen eine sehr verschiedene Form, wie die in Fig. 111 gegebene Musterkarte beweist, welche doch nur einige wenige, wenn auch besonders charakteristische Formen von Stärkekörnern enthält. Es sind bei diesen Stärkekörnern im Allgemeinen zwei Hauptformen zu unterscheiden, nämlich einfache und zusammengesetzte Stärkekörner. Die einfachen sind bald rundlich, bald unregelmäßig eckig, bald stabförmig oder muschelförmig, bestehen aber fast immer aus mehreren oder vielen, gleich den Schalen einer Zwiebel über und um einander gelagerten, sich gegenseitig umschließenden

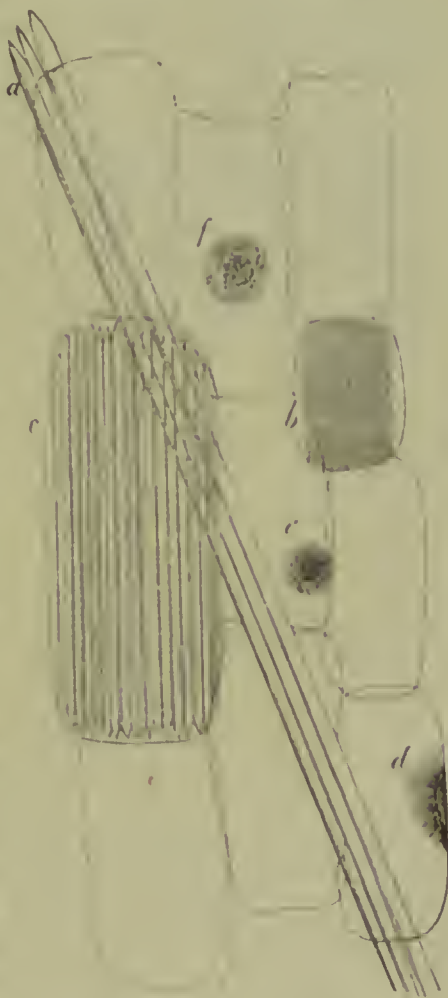
Schichten, deren Grenzlinien unter dem Mikroskope als sehr feine Linien erscheinen, weshalb jedes rundliche Stärkekorn wie eine mit konzentrischen Kreisen bedeckte Scheibe aussieht. Und zwar pflegt der innerste Kreis (die innerste Schicht, welche man den „Kern" nennt) viel häufiger excentrisch als wirklich im Centrum zu liegen (Fig. 111 d, Stärkekörner aus der Kartoffel). Die zusammengesetzten Stärkekörner bestehen aus einer bestimmten oder unbestimmten Anzahl mit einander verbundener Körnchen. Fig. 111 zeigt bei f zusammengesetzte Stärkekörner aus der Sassaparillwurzel (a, b, c sind Formen von einfachen Stärkekörnern aus dem Kern der Bohne, von denen die bei c abgebildeten eine sprungartige Centralhöhle zeigen, e solche aus der Galgantwurzel), Fig. 111 b aus vielen Körnchen zusammengesetzte, welche im Gemenge mit einfachen, den Inhalt der Zellen im Mehlkörper des Maiskorns bilden.



Fig. 112. Kartoffel- und Maiszellen.

Die zusammengesetzten Stärkekörner lassen fast niemals eine Schicht erkennen, häufig aber in jedem Körnchen eine Centralhöhle. Die Stärkekörner enthalten keinen Stickstoff, sondern bestehen blos aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff. Ihr Mehl ist daher weniger nahrhaft als mit Kleie vermengtes (sogenanntes Schwarzmehl), denn die Kleie, d. h. die Bruchstücke der Haut der Getreidekörner, enthält in ihren Zellen Aleuron oder Klebermehl. Die als Reservestoff ausgeschiedenen Stärkekörner bilden entweder den ausschließlichen Inhalt der betreffenden Zellen oder sind mit Klebermehl vergesellschaftet. So sehen wir auf Fig. 110 bei a einen Schnitt aus einem Bohnenkern, dessen Zellen Stärkekörner und Aleuron enthalten, bei f einen Schnitt aus der Kartoffelknolle, wo die Zellen nur mit Stärkekörnern angefüllt sind (beide Objekte in 200facher Linearvergrößerung). Fig. 112 zeigt bei a einige Zellen aus dem Innern einer sehr mehlreichen Kartoffel, bei b dergleichen aus dem Mehlkörper des Mais,

viel stärker vergrößert. Noch verdient bemerkt zu werden, daß alle Stärkekörner, wenn sie mit Jodlösung zusammengebracht werden, fast augenblicklich eine schöne azurblaue Färbung annehmen, weshalb mit Jodlösung behandelte stärkemehlhaltige Zellen unter dem Mikroskop einen sehr schönen Anblick gewähren. Daß durch dieses einfache Verfahren die Frage, ob eine Pflanzenzelle oder ein Pflanzengewebe Stärkemehl enthält oder nicht, sofort entschieden werden kann, ist einleuchtend. Durch Behandlung der Chlorophyllkörner mit Jod läßt sich daher mit Sicherheit ermitteln, ob und in wie weit dieselben in ihrem Innern Stärke gebildet haben. So werden z. B. die Chlorophyllkörner in den Zellen der Fichtennadeln im Mai durch Jod bis auf eine schmale, grün bleibende Zone, (die äußere Schicht) intensiv blau gefärbt.


Fig 113. Krystalle in Pflanzenzellen.

Die krystallisirten Gebilde, denen wir in den Pflanzenzellen begegnen, zerfallen in Krystalloide oder in krystallähnliche Gebilde aus Pflanzensubstanz und in Krystalle mit anorganischer Basis. Zu ersteren gehören die bald in Aleuronkörnern bald zwischen solche gemengt (z. B. in den Zellen der Samenkörner der Lupinen) vorkommenden Krystallgebilde, welche aus verdichtetem Protoplasma bestehen und, da letzteres ein Gemenge von Proteïnstoffen ist, Proteïnkrystalle genannt werden, ferner die hin und wieder gefundenen Farbstoffkrystalle und die sogenannten Sphärokrystalle des Inulin. Fig. 110 zeigt bei d und e zwei Proteïnkrystalle aus der Lupine. Die Sphärokrystalle des Inulin kommen in lebenden Pflanzen nicht vor, sondern erzeugen sich nur, wenn man Pflanzentheile mit inulinhaltigen Zellen lange Zeit in Alkohol liegen läßt. Das Inulin (nach Inula Helenium, der Alantpflanze, in deren Wurzelstock dieser Stoff zuerst gefunden wurde, benannt) ist nämlich ein in knolligen Wurzeln von Pflanzen aus der Familie der Kompositen (z. B. in den Knollen der Georgine und der knolligen Sonnenrose oder Topinamburpflanze) vorkommender Stoff, welcher das hier fehlende Stärkemehl zu ersetzen scheint, sich aber nur in Zellensaft gelöst findet. Bei lange Zeit anhaltender Einwirkung von Alkohol scheidet sich dieser Stoff in kugeligen Massen von krystallinischem Gefüge aus. Alle Krystalloide stimmen darin überein, daß sie im Wasser aufquellen, ohne deshalb ihre Form zu verändern. Dadurch unterscheiden sie sich, abgesehen von ihrer chemischen Zusammensetzung, von den echten Krystallen (Krystallen anorganischer Substanzen), welche nicht aufzuquellen vermögen. Die in lebenden Pflanzen vorkommenden

echten Krystalle zerfallen in solche, welche in Essigsäure löslich sind, und in solche, welche durch diese Säure nicht gelöst werden. Zu ersteren gehören die Krystalle von schwefelsaurem Kalk (Gips), welche als an beiden Enden schief abgestutzte Säulen auftreten und häufig paarweise verbunden sind (Zwillingskrystalle), zu letzteren die Krystalle des oxalsauren Kalks, die häufigsten von allen. Diese erscheinen gewöhnlich als sogenannte „Raphiden", d. h. als an beiden Enden zugespitzte Nadeln, seltener als schwalbenschwanzähnliche Gebilde, oder zu kleinen Drusen und Sphärokrystallen vereinigt. Nicht gar selten kommen auch zu Drusen vereinigte Quadratoktoëder von oxalsaurem Kalk vor. Fig. 113 zeigt einen Schnitt aus der Meerzwiebel (Scilla maritima L.), mit zu Bündeln und Drusen vereinigten Nadeln von oxalsaurem Kalk von sehr verschiedener Größe. Krystalle oxalsauren Kalks findet man besonders im Zellgewebe saftiger Pflanzentheile (z. B. in den Zwiebeln und Blättern der Zwiebelgewächse), andere Krystalle namentlich im Gewebe der Rinde und des Markes vieler Pflanzen. Alle Krystalle und Krystalloide sind natürlich außerordentlich klein.

Während die Bildung neuer Stoffe, welche so lange dauert, als eine die Innenwandung der Zelle auskleidende Protoplasma-Schicht (ein sogenannter Primordialschlauch) vorhanden ist, im Innern der Zelle vor sich geht, erleidet auch deren Wandung merkwürdige Umgestaltungen. Denn während Anfangs die Zellenwand dadurch wächst, daß aus dem Protoplasmasacke fortwährend neue Moleküle von Zellstoff an jedem Punkte in sie eingelagert werden, erfolgt später die Einlagerung solcher neuen aus dem Protoplasma austretenden Zellstoffmoleküle nur an bestimmten Stellen der Innenfläche der Zellwand. Infolge davon muß die Verdickung der Zellwand eine ungleichmäßige werden, denn zwischen den sich verdickenden Stellen bleiben Punkte, Flecken, ja größere Räume übrig, welche gar nicht verdickt werden und daher auch noch später blos von der ursprünglich gebildeten (primären) dünnen Membran der Zellwand geschlossen erscheinen. Die Verdickung der Zellwand kann eine regelmäßige und eine unregelmäßige sein. Im ersten Falle erscheint die Zellwand auf ihrer inneren Fläche mit verschiedenartig geformten nach dem Innern der Zelle vorspringenden Buckeln, Leisten und anderen Erhabenheiten besetzt; im zweiten Falle sehen wir die Verdickungsmasse bald als ein die Innenwand der Zelle auskleidendes, schraubenförmig gewundenes Band oder als eine spiralig verlaufende Faser, oder in Form von quergestellten Ringen, oder als eine siebartig, netzförmig oder spaltenförmig durchlöcherte Schicht u. s. w. ausgebildet. Da nun die primäre Zellenmembran, durch welche die Löcher, Spalten oder andere Lücken in der Verdickungsmasse nach außen hin geschlossen werden, immer sehr zart und dünn und deshalb ganz durchsichtig ist, so schimmern, wenn man eine solche Zelle unter dem Mikroskop betrachtet, die Formen (die Skulpturen) der Verdickungsmasse hindurch und es erscheinen die Löcher, Spalten u. s. w. in der letzteren, weil sie nach außen blos durch die wasserhelle, daher in der Flächenansicht nicht wahrnehmbare primäre Zellenmembran verschlossen sind, als Löcher, Spalten u. s. w. der ganzen Zellwand. In der That hat man sich lange durch das mikroskopische Bild täuschen lassen und jene Lücken in der Verdickungsmasse für wirkliche Löcher, Spalten u. s. w. der Zellwand gehalten. Aus jener Zeit stammt der noch immer wieder in Lehrbüchern und andern botanischen Schriften auftauchende Name *poröse* (durchlöcherte) Zellen, worunter man die mit siebartig

durchlöcherter Verdickungsmasse begabten Zellen verstand. Mohl hat für solche Zellen den Namen getüpfelte (gefleckte) in die Wissenschaft eingeführt. Uebrigens kommen Zellen mit wirklichen Löchern in ihrer Wandung ebenfalls vor, z. B. die Faserzellen in den Blättern der Torfmoose (s. oben S. 164). Die mit ring- oder schraubenförmigen Fasern oder Bändern ausgekleideten Zellen hat man sehr bezeichnend Ringfaser- und Spiralfaserzellen genannt. Fig. 114 zeigt bei a eine Ring- und eine Spiralfaserzelle aus dem Gewebe der indianischen Fackeldistel (Opuntia vulgaris), bei b eine Portion quer durchschnittener getüpfelter Zellen aus der harten Schale der Haselnuß, bei c ein Stück eines getüpfelten Gefäßes (s. unten) in der Flächenansicht. In getüpfelten Zellen mit sehr stark verdickter Wand, wie z. B. in denjenigen der Haselnußschale, erscheinen die Lücken in der Verdickungsmasse als enge oder auch weitere röhrenförmige Gänge ausgebildet, welche sich bisweilen sogar verzweigen (s. Fig. 122 a) und vom Innenraum jeder Zelle aus bis an die primäre Zellenmembran sich erstrecken. Man nennt solche Gänge Tüpfelkanäle. Wo zwei getüpfelte Zellen aneinander grenzen, da pflegen die Tüpfelkanäle der einen Zelle auf diejenigen der anliegenden zuzulaufen: die Tüpfelkanäle beider Zellen „korrespondiren“ mit einander, wie man sagt. Die quer durchschnittenen Zellen in Fig. 114 b, Fig. 116 b und 120 a zeigen alle korrespondirende Tüpfelkanäle. Der Zweck dieser auf den ersten Blick wunderbaren und räthselhaften Erscheinung — denn daß dieses „Korrespondiren“ nicht ein bloßes Spiel des Zufalls sein kann, versteht sich von selbst, da die Natur nichts zwecklos thut — erklärt sich leicht, wenn wir an den in der lebenden Pflanze zwischen den Zellen stattfindenden Austausch von Flüssigkeiten und Gasen denken. Es liegt auf der Hand, daß bei einer starken Verdickung der Zellwand, wenn die Verdickungsmasse eine kontinuirliche Schicht bildete, es schwer, ja unmöglich sein würde, daß Flüssigkeiten und Gase die Zellwände noch zu durchdringen vermöchten, zumal wenn, wie sehr häufig (z. B. in den Zellen des Holzes und



Fig. 114. Ring-, Spiral- und getüpfelte Zellen.

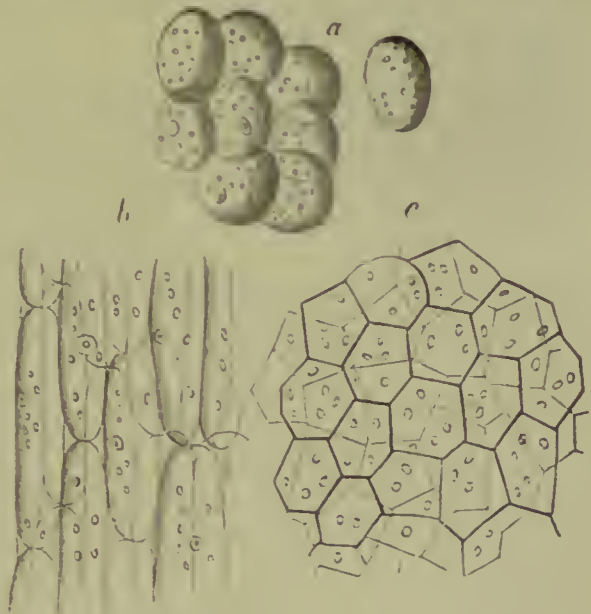


Fig. 115. Zellenformen.

der Nußschalen stets) die Verdickungsmasse verholzt. Da aber bei der Verdickung der Zellwand Lücken übrig bleiben, welche nach außen hin blos durch die zarte primäre, für Flüssigkeiten und Gase leicht durchdringbare Zellenmembran geschlossen sind, so kann auch noch zwischen Zellen mit sehr stark verdickten Wandungen ein solcher Austausch von Flüssigkeiten und Gasen leicht stattfinden. Daß aber dieser Austausch nur dann möglich sein kann, wenn die Tüpfelkanäle und andere Lücken in der Verdickungsmasse korrespondiren, versteht sich von selbst. Die Verdickung selbst kann keinen andern Zweck haben, als der Zellwand mehr Festigkeit und Steifigkeit zu verleihen. In der That finden wir die am stärksten verdickten Zellen vorzugsweise in Geweben von großer Festigkeit und Härte, wie im Holze und namentlich in den steinharten Schalen der Nüsse, der Kirsch-, Pfirsich-, Aprikosen-, Pflaumenkerne und anderer Kerne von „Steinfrüchten", in dem horn- oder knochenharten Sameneiweiß vieler Palmen u. s. w. So hat die Natur durch eine ebenso einfache als sinnreiche Einrichtung möglich zu machen gewußt, einem Zellgewebe einen bedeutenden Grad von Härte und Festigkeit zu geben und dasselbe doch auch gleichzeitig für den Austausch von Flüssigkeiten und Gasen (für den Stoffwechsel) zu befähigen. Noch darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Verdickungsmasse der Zellwand keine homogene (gleichartige) ist, sondern aus über einander liegenden Schichten von verschiedener Beschaffenheit besteht. Besonders Zellen mit sehr stark verdickten Wandungen, wie z. B. die Bastfasern, lassen einen solchen Schichtenbau ihrer Wand auf Querschnitten oft sehr deutlich erkennen. Man hat bei solchen Zellen schon bis 50 und mehr übereinander liegende Schichten oder Schalen gezählt. Fig. 122 a zeigt drei dergleichen Bastzellen aus dem Stamm der Wachsblume (Hoya carnosa) im Querschnitt. Dieser konzentrisch-schalige Bau der verdickten Zellwand, welcher durch Behandlung solcher Zellen mit Aetzkali noch deutlicher gemacht werden kann, beruht nicht, wie man früher annahm, auf einer periodisch erfolgenden Ablagerung von neuem Zellstoff auf die Innenfläche der Zellwand, sondern darauf, daß sich nach oder auch schon während der Verdickung derselben innerhalb der Verdickungsmasse wasserärmere und wasserreichere Schichten ausbilden. Denn die Zellwand ist stets von Wasser durchdrungen oder vielmehr sie besteht, wie Nägeli bewiesen hat, aus Zellstoffmolekülen, welche von Wasserhüllen umgeben sind.

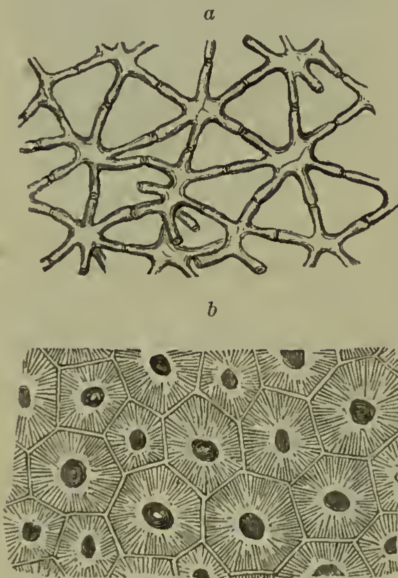


Fig. 116. Sternförmiges Zellgewebe.

Während der Ausbildung der Zelle ändert sich nun aber auch ihre äußere Form. Durch den Druck nämlich, den die gleichzeitig entstandenen Zellen infolge der Ausdehnung ihrer Membran auf einander gegenseitig ausüben, muß die ursprüngliche Gestalt der Zelle bedeutend verändert werden. Je nachdem nun die Zellen vom Anfange an sich mehr oder weniger innig berührten, je nachdem die Ausdehnung ihrer Haut nach allen Seiten oder blos nach zwei

Seiten hin erfolgt, und je nachdem sie an allen oder blos an einzelnen Punkten der Zelle vor sich geht, werden höchst verschiedene Formen von Zellen und Zellgewebe entstehen.

Fig. 115 zeigt drei Formen von zu Gewebe vereinigten Zellen, kugelige (a), gestreckte, aber sich noch locker berührende und deshalb mit gebogenen Flächen ausgebildete (b) und vieleckige (polyëdrische) mit durch den gegenseitigen Druck abgeplatteten Flächen (c). Durch ungleichmäßige, blos an einzelnen Stellen der Zellenmembran erfolgende Ausdehnung der letzteren können unter Umständen sternförmig oder ganz unregelmäßig verzweigte Zellen entstehen. Sehr regelmäßig sternförmiges Zellgewebe findet sich in den Scheidewänden, welche die hohlen Stengel der Binsen und anderer Wasserpflanzen inwendig in Fächer abtheilen. Fig. 116 a stellt ein Stückchen eines so gebildeten Gewebes dar.

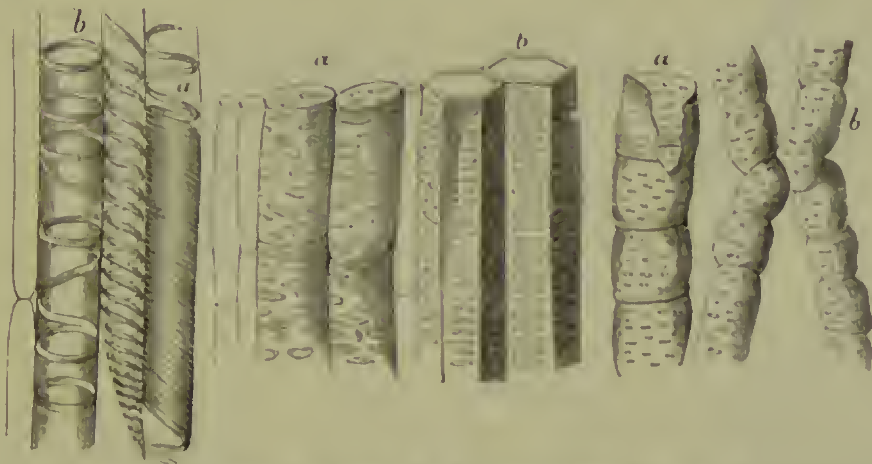


Fig. 117. Ring- und Spiralgefäße. Fig. 118. Poröse und Treppengefäße. Fig. 119. Punktirte und rosenkranzförmige Gefäße.

Mit diesem wirklich sternförmigen Zellgewebe darf das sternförmig erscheinende Gewebe nicht verwechselt werden, aus dem bisweilen harte Samenkerne bestehen, wie z. B. das in Fig. 116 b abgebildete Gewebe aus dem elfenbeinartigen Samenkern von Phytelephas, einem palmenartigen Gewächse Südamerika's. Hier nämlich sind eckige, sehr dickwandige Zellen mit von der Zellenhöhle strahlenartig auslaufenden Tüpfelkanälen vorhanden.

Eine besondere Form von Zellen oder richtiger Zellenvereinen sind die bereits oben S. 169 erwähnten Gefäße. Da sie aus Reihen über einander gestellter Zellen entstehen, so müssen ihre Wandungen ganz denselben Bau besitzen, wie die Wände der ursprünglichen Zellen, und da letztere entweder Ring-, oder Spiralfaser- oder getüpfelte Zellen sind, so muß es auch Ring-, Spiral- und getüpfelte Gefäße geben. In Fig. 117—119 sind die am häufigsten vorkommenden Formen der Gefäße abgebildet, nämlich in Fig. 117 bei a zwei an einander geschmiegte Spiralgefäße, von denen das eine mit einer einzigen, das andere mit zwei gegenläufigen Spiralfasern ausgekleidet ist, bei b ein Ringgefäß, in Fig. 118 bei a zwei getüpfelte Gefäße mit länglichen Tüpfeln, bei b zwei sogenannte Treppengefäße mit horizontalen, gleich den Stufen einer Treppe oder den Sprossen einer Leiter über einander gestellten spaltenförmigen Tüpfeln,

in Fig. 119 bei a ein sogenanntes punktirtes Gefäß aus Eichenholz mit runden Tüpfeln und bei b ein sogenanntes, ebenfalls mit runden Tüpfeln versehenes, rosenkranzförmiges Gefäß aus einem Stengelknoten der Gartenbalsamine. Bei den letzten Gefäßformen ist die Entstehung aus Zellenreihen deutlich zu erkennen.

Auch sind in den rosenkranzförmigen und punktirten, wie überhaupt in den getüpfelten Gefäßen nicht selten einzelne der ursprünglichen Scheidewände theilweise erhalten, indem die gewöhnlich schief gestellten Scheidewände entweder blos von einem großen Loche (bei den eigentlichen getüpfelten Gefäßen) oder von leiterförmig gestellten Spalten (bei den Treppengefäßen) durchbrochen sind. Fig. 114 c stellt ein Stück eines getüpfelten Gefäßes im senkrechten Durchschnitt mit der Spur einer schief verlaufenden Scheidewand stark vergrößert dar.

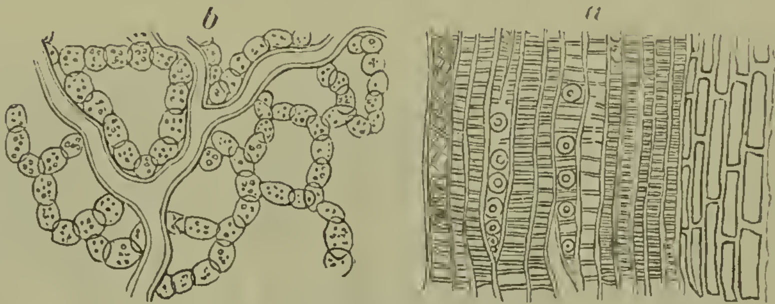


Fig. 120. Gefäßbündel und Milchgefäß.

Die Gefäße kommen niemals einzeln, sondern immer zu Bündeln vereinigt, im Pflanzenkörper vor. Auch bestehen diese **Gefäßbündel** in der Regel nicht blos aus Gefäßen, sondern es nehmen auch noch andere einfache Zellen an deren Bildung Theil. Es sind das die **Holz**-, **Bast**- und die sogenannten **Cambiumzellen**. Letztere sind gestreckte, cylindrische oder äußerst zartwandige Zellen, welche bald mit wagerechten, bald mit schiefen Grundflächen reihenweise über einander stehen, und in dem völlig ausgebildeten Gefäßbündel oft gar nicht mehr angetroffen werden. Wol aber besteht jedes Gefäßbündel Anfangs blos aus solchen Cambiumzellen. Um die Entwicklung der Gefäßbündel und deren weitere Ausbildung zu verstehen, müssen wir einen ganz jungen Pflanzentheil, z. B. das Ende einer jungen Wurzel, zum Gegenstand einer mikroskopischen Untersuchung machen. Ein solcher jugendlicher Pflanzentheil ist blos aus **einer** Art von Zellen und zwar aus äußerst kleinen und zartwandigen, dicht zusammengedrängten, von Protoplasma strotzenden und einen großen Kern enthaltenden Zellen zusammengesetzt. Man hat dergleichen Gewebe, weil aus demselben die verschiedenartigsten Zellen- und Gewebformen hervorgehen können, **Urgewebe** (früher Urparenchym), oder, weil seine Zellen stets theilungsfähig sind, d. h. durch Theilung ihres Inhalts Tochterzellen zu bilden vermögen, **Meristem** (Theilungsgewebe, auch wol Urmeristem) genannt. Ein solcher aus Meristem zusammengesetzter Pflanzentheil verändert aber sehr bald seine Struktur, indem die äußerste Schicht der Meristemzellen sich durch eine der Oberfläche des Pflanzentheils parallel erfolgende Ausdehnung ihrer Zellen in eine Zellenhaut (Hautgewebe, Oberhaut) verwandelt, während im Innern des Pflanzentheils eine oder viele Partien von Meristem-

zellen durch Längenausdehnung sich in den Pflanzentheil seiner Länge nach durchziehende Stränge von gestreckten, zartwandigen Zellen umgestalten. Das sind Cambiumzellen und die aus ihnen bestehenden Stränge die Grundlagen, die Anfänge eben so vieler Gefäßbündel. Das Meristem des jungen Pflanzentheils hat also begonnen, sich an bestimmten Stellen in aus bestimmt geformten Zellen bestehende und mit bestimmten Funktionen betraute Gewebe umzugestalten oder (wie man jetzt in der Wissenschaft zu sagen pflegt) zu „differenziren“: es hat die Differenzirung der Gewebe begonnen. In den entstandenen Cambiumsträngen verwandeln sich nun einzelne Reihen über einander stehender Zellen in Gefäße, während andere Cambiumzellen sich in Holz-, noch andere sich in Bastzellen umbilden, noch andere unter Umständen unverändert bleiben. Das fertige Gefäßbündel erscheint daher in der Regel aus Gefäßen, Holz- und Bastzellen, außerdem wol noch aus unverändert gebliebenen Cambiumzellen zusammengesetzt. Weil die meisten fertigen Gefäßbündel nicht blos aus Gefäßen, sondern zugleich aus Holz- und Bastzellen bestehen, und letztere oft eine faserförmige Gestalt zu besitzen pflegen (weshalb man auch in der gewöhnlichen Sprache von Holz- und Bastfasern redet), so hat Nägeli für die Gefäßbündel den Namen Fibrovasalstränge vorgeschlagen, doch wollen wir uns hier auch fernerhin des alten längst eingebürgerten Namens Gefäßbündel für jene Gebilde bedienen. Zum Verständniß des eben Gesagten wird Fig. 120 a dienen, welche einen Theil eines der Länge nach durchschnittenen Gefäßbündels aus der sogenannten Markscheide eines Nadelholzstämmchens zeigt. Dasselbe besteht aus neben einander gelagerten Spiralgefäßen und langgestreckten faserförmigen Holzzellen; rechts grenzt an die Gefäße ein Theil des aus weiten, sogenannten Parenchymzellen bestehenden Markes an. Die Gefäßbündel verzweigen sich vielfältig, besonders in den Blättern, und bilden in jeder Gefäßpflanze ein zusammenhängendes System (Gefäßsystem), welches den Körper der Pflanzen von den untersten Wurzelspitzen bis zu den höchsten Blättern durchzieht. In dieser Hinsicht haben die Gefäßbündel eine gewisse Aehnlichkeit mit den Blutgefäßen des Thierkörpers, und diese Aehnlichkeit ist die Ursache gewesen, daß man jene zelligen Röhren im Pflanzengewebe „Gefäße“ genannt, ja sogar für gleichbedeutend mit den Adern der Thiere gehalten hat, indem man glaubte, daß sie den Nahrungsstoff fortleiteten. Die neueren Forschungen haben die Irrigkeit jener Annahme bewiesen, indem man fand, daß die Gefäße blos in ihrer Jugend Saft führen, später aber und sehr bald mit Luft erfüllt sind. Wol aber hat sich aus jenen Forschungen ergeben, daß, wenn nicht die Gefäße, so doch die Gefäßbündel eine ganz ähnliche Rolle im Pflanzenkörper spielen, wie die Adern im Thierkörper, daß sie nämlich den Nahrungssaft von den Wurzeln bis in die Blätter leiten, wo er durch die Berührung



Fig. 121. Ansicht eines Milchsaftgefäßes aus dem Schöllkraut (Chelidonium majus).

mit der von außen eingedrungenen Luft eine ähnliche Umwandlung erleidet, wie das Blut der Thiere und des Menschen in den Lungen. Wie dies möglich sei, soll der geehrte Leser bald hören.

Mit den Gefäßen dürfen nicht die sogenannten Milchgefäße (Fig. 120 b) verwechselt werden. Es sind dies einfache, oder vielfach verzweigte dünnwandige Röhren, welche eine meist milchweiße, seltener gelb oder roth gefärbte Flüssigkeit enthalten und bei vielen Pflanzen vorzüglich in der Rinde gefunden werden. Jedes Milchgefäß bildet einen in sich abgeschlossenen Raum. Die einzelnen Milchgefäße stehen also nicht mit einander in Verbindung, und können daher auch nicht den Milchsaft durch den Pflanzenkörper leiten, wie früher manche Forscher annahmen. Fig. 121 zeigt ein blosgelegtes Milchsaftgefäß aus dem Stengel des Schöllkrauts. Die eigentliche Bestimmung dieser merkwürdigen Zellen ist noch nicht gehörig aufgeklärt; aber auch sie entstehen aus Reihen von Cambiumzellen. Da sie in vielen Pflanzen das Bastgewebe durchziehen, so hat man sie eine Zeit lang für eigenthümlich ausgebildete Bastzellen gehalten, ist aber neuerdings von dieser Ansicht zurückgekommen, indem bei anderen Pflanzen Milchgefäße auch im Holze und selbst im Marke vorkommen. Die eigentlichen Bastzellen d. h. diejenigen Zellen, welche den zu technischen Zwecken verwendeten Bast, z. B. den Lindenbast, zusammensetzen, kommen oft bündelweise vereinigt vor und pflegen als lange, oft sehr lange, dickwandige aber dennoch biegsame, an beiden Enden fein zugespitzte Schläuche mit von einzelnen Tüpfelkanälen durchbrochenen Verdickungsschichten ausgebildet zu sein (s. Fig. 122 a). Zu diesen Bastzellen gehören auch die langen, biegsamen, zum Weben tauglichen Fasern des Flachses, des Hanfes, der Nessel und anderer Pflanzen. Dagegen ist die Baumwollenfaser keine Bastzelle, sondern ein Haargebilde (s. unten). Die hier beschriebenen Bastzellen, welche bei den Pflanzen, in denen sie — und zwar stets in der Rinde — vorkommen, eine Zeit lang zur Fortleitung des in den Blättern bereiteten Bildungssaftes (s. unten) zu dienen scheinen, sind aber keineswegs die einzigen Zellenformen des Bastgewebes. Im Gegentheil besteht das Bastgewebe der meisten Pflanzen nicht aus solchen dickwandigen Bastfasern, sondern aus dünnwandigen Zellen von sehr verschiedener Form, unter denen besonders die sogenannten Cambiformzellen, langgestreckte dünnwandige Schläuche, eine hervorragende Rolle spielen. Neben diesen, welche dem Bastgewebe niemals zu fehlen scheinen, treten oft auch sogenannte Siebröhren auf, worunter man lange, gefäßähnliche Röhren versteht, welche aus Zellenreihen mit siebartig durchbrochenen Scheidewänden und oft auch mit großen sieb- oder netzförmig gestalteten Tüpfeln auf ihren Seitenflächen bestehen. Alle diese Elemente des Bastgewebes entstehen aus Cambiumzellen. Das Bastgewebe dient (so nimmt man wenigstens an) der Fortleitung und weiteren Bearbeitung des in den Blättern bereiteten Bildungssaftes.

Die Holzzellen, welche, wie oben bemerkt, sehr häufig an der Bildung der Gefäßbündel Theil nehmen und den Hauptbestandtheil des Holzes unserer Bäume ausmachen, bei den Nadelbäumen sogar das Holz fast lediglich zusammensetzen, sind langgestreckte, eckige, dickwandige, steife und harte Zellen, welche an beiden Enden spitz zulaufen und daher, wo sie zu Geweben vereinigt sind, wie in einander gekeilt aussehen (Fig. 122 b).

Doch giebt es auch Holzzellen, welche mit horizontal gestellten Endflächen

über einander stehen und daher im Längsdurchschnitt als verlängerte Vierecke erscheinen, sogenannte Holzparenchymzellen. Die Verdickungsschichten der Holzzellen besitzen fast immer Tüpfelkanäle, weshalb die Holzzellen von der Fläche aus getüpfelt erscheinen. Unter den lang gestreckten, mit schief abgestutzten Enden versehenen Holzzellen verdienen besonders die sogenannten Tracheiden oder gefäßähnlichen Holzzellen unsere Beachtung, einmal, weil die Hauptmasse des Holzes aller Nadelhölzer aus ihnen gebildet ist und sodann wegen der eigenthümlichen Gestaltung ihrer Wandungen, welche lange ein Räthsel war und noch nicht völlig befriedigend erforscht ist. Die den zwischen ihnen hindurch gehenden Markstrahlen zugekehrten Flächen dieser Holzzellen zeigen nämlich eine, selten zwei Reihen runder (beim Taxus spaltenförmiger), von einem Hofe umgebener Tüpfel (Fig. 122 c links). Diese seltsame Erscheinung beruht darauf, daß zwischen den an einander liegenden Zellwänden (richtiger innerhalb der beiden Zellen gemeinschaftlichen Wand), da, wo zwei Tüpfelkanäle auf einander zulaufen, sich kleine linsenförmige Hohlräume, Tüpfelräume, befinden.

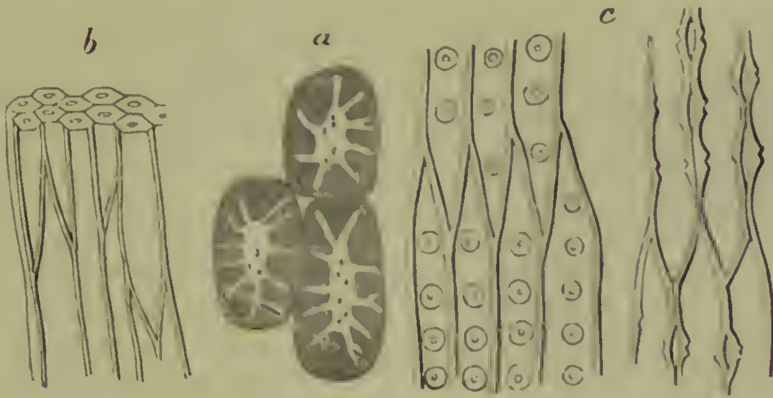
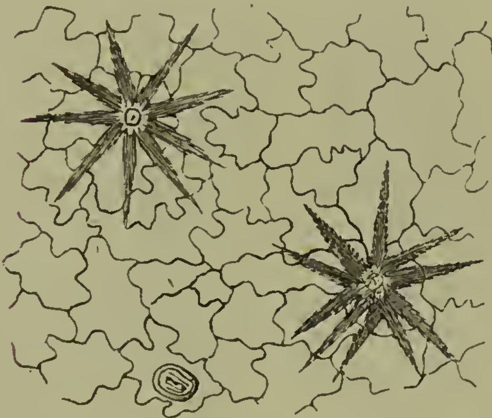


Fig. 122 Holz- und Bastzellen.

Die Grenzlinie des Tüpfelraums erscheint nun auf der Flächenansicht, indem sie durch die durchsichtige Zellenwand hindurchschimmert, als ein Hof um den Tüpfel, oder den Kreis, der durch die Grenze des Tüpfelkanals gebildet wird (s. Fig. 122 c). Dadurch, daß zuletzt die zarte Haut, welche anfänglich den Tüpfelkanal gegen den Tüpfelraum abschließt, aufgelöst wird, wird zuletzt zwischen den aneinander liegenden Tracheiden eine vielseitige offene Kommunikation hergestellt. Da die ausgebildeten Tracheiden Luft (Gas) enthalten, so kann nach Oeffnung der Tüpfel diese Luft durch das ganze Holzgewebe leicht cirkuliren. Wozu aber die Tüpfelräume vorhanden sein mögen, wissen wir nicht. Uebrigens kommen die Tracheiden nicht blos im Holz der Nadelbäume, sondern — indeß nur in geringerer Zahl und als viel engere Zellen mit viel kleineren Tüpfeln ausgebildet — auch im Holz der Laubbäume vor. Auch verdient bemerkt zu werden, daß die getüpfelten Gefäße und die Treppengefäße ebenfalls, wo sie an einander liegen, behöfte Tüpfel und folglich zwischen sich Tüpfelräume haben. Nur sind diese Tüpfel und Tüpfelräume viel kleiner als bei den Tracheiden und dicht an einander gedrängt (Fig. 114 c). Die Holzzellen entstehen, wie schon bemerkt, ebenfalls aus Cambiumzellen und haben die Bestimmung, dem Pflanzenkörper die ihm nöthige Festigkeit und Steifigkeit zu geben. Sie bilden gewissermaßen das Skelet, den

Knochenbau der Pflanze. Deshalb sind sie auch weder für die Ernährung thätig, noch erzeugen sie neue Zellen. Sie führen in der Jugend Saft, später Luft. Nur die nicht in jedem Holze vorkommenden Holzparenchymzellen dienen gleichzeitig als Behälter für Reservestoffe und zwar besonders für Stärkemehl. Uebrigens finden sich Holzzellen nicht allein in den Stämmen, Aesten, Wurzeln und anderen holzigen Theilen der Bäume und Sträucher, sondern auch in allen krautigen Pflanzen als Bestandtheile der Gefäßbündel.

Nachdem in einem sich entwickelnden Pflanzentheile die Cambiumstränge, welche sich in Gefäßbündel umwandeln, ausgebildet worden sind, entsteht aus dem zwischen denselben und dem Hautgewebe befindlichen (noch übrigen) Meristem ebenfalls ein aus bestimmt geformten und bestimmten Verrichtungen des Pflanzenlebens dienenden Zellen zusammengesetztes Gewebe, welches bisher mit dem Namen Parenchym bezeichnet wurde, jetzt aber Grundgewebe genannt wird. Aus solchem Gewebe sind die Rinde, das Mark, das Innere der Blätter, die Hauptmasse fleischiger Früchte und Wurzeln, der Knollen und Zwiebeln, der Samenkerne u. a. m. zusammengesetzt, seine Zellen höchst verschiedenartig gestaltet und bald dünn-, bald dickwandig, im letztern Falle stets getüpfelt, doch niemals mit Tüpfelräumen versehen. Als Beispiel ihrer verschiedenen Formen können die in Fig. 115 und 116 abgebildeten Zellen, welche sämmtlich dem Grundgewebe angehören, dienen. Die Zellen des Grundgewebes sind die eigentlichen chemischen Laboratorien der Pflanzen, indem sie die verschiedenen Stoffe, welche sowol als Baumaterial der Zellenwand dienen (Zellstoff, Holz- und Korkstoff), als auch die Nähr- und Reservestoffe (Zucker, Stärke, Aleuron, Fette) sowie Sekretionsstoffe (ätherische Oele, Harz, Gummi, Wachs, Säuren u. s. w.) und Chlorophyll erzeugen. Durch sie wird daher vorzugsweise die Ernährung der Pflanze bewirkt. Den Zellen des Grundgewebes nahe verwandt sind die Zellen der Oberhaut (Epidermis). So nennt man eine dünne, oft nur einfache Zellenschicht, welche gleich einer Haut alle jungen, grün gefärbten Pflanzentheile überzieht und jedenfalls den Zweck hat, das darunter liegende weichere Zellgewebe gegen den zerstörenden Einfluß des Regens und der Luft zu schützen. Die Oberhaut besteht immer aus abgeplatteten, mehr breiten als hohen Zellen, welche fast überall dicht an einander schließen, und nur hier und da durch kleine Lücken, sogenannte Zwischenzellen- oder Intercellulargänge, getrennt sind. Dergleichen Gänge befinden sich sehr häufig im Parenchym und in der Mehrzahl der Gewebe, und zwar bilden die Intercellulargänge, die sich hier und da zu größeren Höhlungen erweitern oder in von Zellgewebe umgebene Hohlräume münden, ein zusammenhängendes System von Röhren und Höhlen, welches gleich dem Gefäßbündelsystem den ganzen Pflanzenkörper durchzieht. Nach außen hin ist die Wand der Oberhautzellen gewöhnlich stark verdickt, die Seitenwände


Fig. 123. Oberhaut mit Sternhaaren.

dagegen sind dünn, und verlaufen bald gerade, bald in zierlichen Schlangenlinien (Fig. 123). Das Merkwürdigste an der Oberhaut sind die Spaltöffnungen. Jeder Intercellulargang der Oberhaut ist nämlich nach außen durch zwei (selten mehrere) halbmondförmige, mit ihren konkaven Rändern einander zugekehrte Zellen geschlossen, welche sich beliebig zusammenziehen und ausdehnen können. Im ersten Falle öffnen, im zweiten Falle schließen sie den Intercellulargang. Unter letzterem liegt stets ein hohler, von Parenchymzellen umgebener Raum, in welchen zahlreiche Intercellulargänge aus dem Innern münden (s. Fig. 125). Man nennt diesen ganzen seltsamen Apparat eine Spaltöffnung, und jene Höhle die Athmungshöhle, und zwar aus folgenden Gründen. Die durch die Spaltöffnung eindringende Luft gelangt in die Athmungshöhle, von wo aus sie sich vermittels der Intercellulargänge durch das ganze Gewebe oder einen ganzen Pflanzentheil (z. B. ein Blatt) verbreitet und in die Grundgewebzellen übertritt, wo sie (wenigstens doch die Kohlensäure der Luft) durch die Thätigkeit des Chlorophylls (s. oben) in ihre beiden Bestandtheile zerlegt wird.

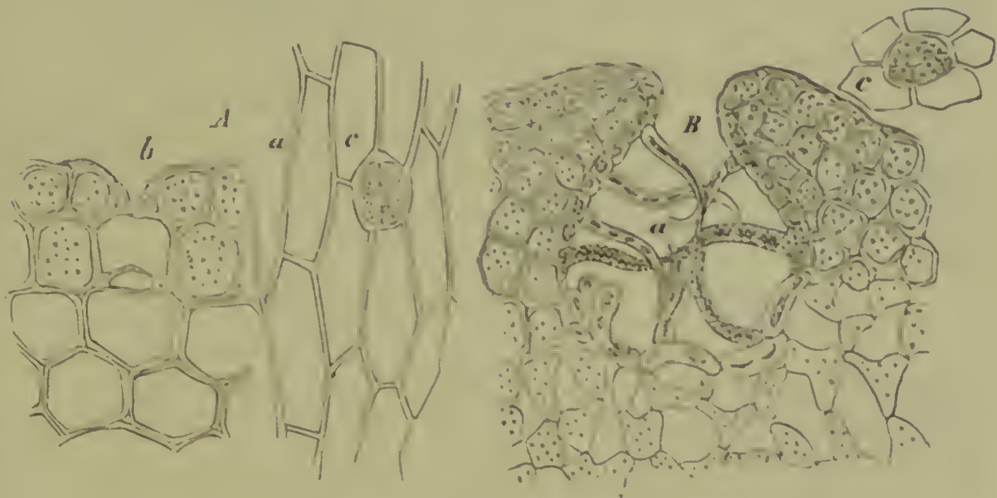


Fig. 124. Spaltöffnungen.

Der Kohlenstoff der Kohlensäure wird nun zur Bildung kohlenstoffreicher Pflanzensubstanzen, zunächst von Stärke verwendet, der frei gewordene Sauerstoff dagegen auf demselben Wege, d. h. durch die Intercellulargänge und die Spaltöffnungen, wieder aus der Pflanze entfernt und an die Luft abgegeben. Wir wissen bereits, daß die Bildung der Stärke in den Chlorophyllkörnern, d. h. daß die Zerlegung der Kohlensäure in Kohlen- und Sauerstoff und die Verarbeitung des Kohlenstoffes zu Stärke nur unter dem Einflusse des Lichtes möglich ist, also nur am Tage geschehen kann. Daher findet die Ausscheidung von Sauerstoffgas durch die grün gefärbten Pflanzentheile nur am Tage statt, eben so die Aufnahme von Kohlensäure aus der durch die Spaltöffnungen eindringenden Luft. Im Dunkeln, d. h. bei Nacht, ist der Gasaustausch zwischen der Atmosphäre und den Pflanzen ein umgekehrter: es wird von den grünen Pflanzentheilen Sauerstoffgas aufgenommen und Kohlensäure ausgeschieden, doch in viel geringerer Menge als am Tage, weshalb im Allgemeinen die Pflanzen viel mehr Kohlensäure aufnehmen und verarbeiten als ausscheiden und viel mehr

Sauerstoffgas an die Luft abgeben, als derselben entziehen. Eben deshalb vermögen sie, wie bereits oben bei Besprechung des Chlorophylls angegeben worden ist, zur Verbesserung der Luft wesentlich beizutragen. Diese fortwährend stattfindende Aufnahme und Ausscheidung gasförmiger Stoffe bildet den sogenannten Athmungsprozeß der Pflanzen, und Versuche haben ergeben, daß ohne denselben die Pflanzen eben so wenig leben können, als die Thiere. Da die Blätter die meisten Spaltöffnungen besitzen, so versteht es sich von selbst, daß durch sie der Athmungsprozeß vorzugsweise unterhalten wird.

Hier nun in den Blättern kommen die Gase der durch die Spaltöffnungen aufgenommenen Luft mit dem in den vielfach verzweigten Gefäßbündeln (s. oben S. 198) strömenden wässerigen Saft, den die Wurzeln aufgesaugt haben, in Berührung. Infolge davon wird jener noch rohe Saft in eine für die Ernährung der Pflanze taugliche Flüssigkeit verwandelt, erfährt also eine ähnliche Verwandlung, wie das Blut in den Lungen der Thiere. Aus diesem Grunde verdienen die Blätter in der That, die „Lungen der Pflanzen" genannt zu werden. Der Bildungssaft kehrt aus den Blättern durch die Rinde wieder bis in die Wurzeln zurück und verbreitet sich zugleich durch die Markstrahlen nach dem Innern des Pflanzenkörpers. Die Abbildung Fig. 124 stellt bei A ein Stückchen Oberhaut eines Lilienblattes, sowol von der Fläche (rechte Figur) als im senkrechten Durchschnitt (linke Figur) gesehen, dar. a sind die Oberhautzellen, welche bei allen monokotylen Pflanzen in der Längenrichtung des Pflanzentheils gestreckt erscheinen; b und c stellen eine Spaltöffnung dar, im Durchschnitt und von oben gesehen. Fig. B zeigt einen senkrechten Schnitt aus einem Oleanderblatt, wo die Spaltöffnungen (c) in von Haaren ausgekleideten Gruben, welche tief in das Blattgewebe eingesenkt sind, gruppenweise beisammen stehen.



Fig. 125. Oberhaut mit Spaltöffnung.

Die Oberhaut ist an ihrer Außenfläche noch von einem ganz dünnen, wasserdichten Häutchen (der sogenannten Cuticula) überzogen, welches von ihren Zellen ausgeschwitzt wird, und außerdem sehr oft mit Haaren, Stacheln, Höckern, Warzen und anderen Anhängseln besetzt, die bald aus einer einzigen, bald aus vielen Zellen bestehen, bisweilen auch unmittelbare Ausdehnungen einzelner Epidermiszellen sind. Diese Anhangsgebilde der Oberhaut sind meist überaus zierlich und bieten dem Anfänger im Mikroskopiren eine Menge der interessantesten Objekte ohne alle mühsame Präparation dar. Figurentafel 126 zeigt 13 verschiedene Haargebilde in mehr oder weniger starken Vergrößerungen. Abb. a bis e sind einzellige Haare, d. h. nur von einer Zelle gebildete, f bis n aus mehreren oder vielen Zellen bestehende. a ist ein Stückchen Oberhaut mit 2 einzelligen Haaren, welche nichts anderes als einzelne nach außen hin verlängerte Oberhautzellen sind, wie solche ungemein häufig vorkommen. b ist ein einzelliges oben höckriges (varicöses) Haar aus dem Schlunde der Blumenkrone des Stiefmütterchens (Viola tricolor). c zeigt ein regelmäßig wiederholt gabeltheiliges einzelliges Haar, d ein solches Haar mit kopfförmig angeschwollenem Ende, welches über und über mit kleinen Papillen, gleichsam wie mit zarten Perlen besetzt ist (von den Blütenstielen des großen Löwenmauls, Antirrhinum majus).



Fig. 126. Haargebilde.

In e zeigt sich ein vielfach aber unregelmäßig verzweigtes Haar der Alternanthera brasiliensis, f ist ein mehrzelliges Haar vom Stengel der weißen Taubnessel (Lamium album), g ein zusammengesetztes Gabelhaar eines Tanacetum, h ein Brennhaar der gemeinen Nessel (Urtica dioica). Diese Brennhaare oder Brennborsten sind sehr interessante Gebilde. Das eigentliche, nur von einer Zelle gebildete Haar, in dessen Innerem unsere Abbildung einen Zellkern mit Protoplasmaströmung zeigt, steckt mit seiner zwiebelig verdickten Basis in einem kleinen, der Oberhaut aufsitzenden Zellenkörper, dessen Zellen den brennendscharfen Saft in den Innenraum des Haares absondern. Letzteres ist an seiner zwar kolbigen aber dennoch schneidend scharfen Spitze ungemein spröde und zerbrechlich, weshalb eine leise Berührung genügt, um die Spitze abzubrechen, worauf die scharfe Flüssigkeit als ein mikroskopisch kleines Tröpfchen in die ebenfalls mikroskopische Stichwunde der Haut eindringt. Daß diese Flüssigkeit überaus konzentrirt und giftig sein muß, beweist die Thatsache, daß ein so winziges Tröpfchen einen so bedeutenden Schmerz und sogar mit Entzündung verbundene Anschwellung der Haut hervorzubringen vermag. i ist ein gegliedertes Haar von den Blättern des Helianthemum pilosum, m ein ästiges zusammengesetztes Haar aus dem Filzüberzug der Königskerze (Verbascum Thapsus). k und l sind Köpfchen- oder Drüsenhaare, und zwar ist k ein einfaches Drüsenhaar von den Blütenstielen des gemeinen Hanfs (Cannabis sativa), l ein verzweigtes aus einer großen Anzahl von Zellen zusammengesetztes Drüsenhaar des Stachelbeerstrauchs (Ribes grossularia). Bei letzterem sind die nicht köpfchentragenden Zweige wie bei d mit perlenartigen Papillen besetzt, bei beiden die aus sehr verschiedenen Zellen zusammengesetzten Köpfchen die eigentlichen absondernden Organe (die Drüsenapparate). Durch solche Drüsenhaare werden nämlich gewöhnlich ätherische Oele nach außen abgesondert. Aus wunderbaren und sehr zierlichen Haargebilden bestehen endlich die silberglänzenden Ueberzüge an den Blättern der Oelweide (Elaeagnus angustifolia), des Helianthemum squamatum in Südeuropa und verschiedener anderer Pflanzen. Dieselben sind nämlich aus rundlichen, in der Mitte der untern Fläche angehefteten, radial gestreiften farblosen Scheiben zusammengesetzt, welche dicht an einander grenzen, ja mit ihren ausgezackten Rändern in einander eingreifen. Abb. n zeigt eine solche Scheibe („Weichschuppe") von den Blättern der Oelweide. Bei dem Sanddorn (Hippophaë rhamnoides) kommen auch braun gefärbte und noch zierlicher gestaltete Weichschuppen vor. Alle diese Schuppen sind vielzellig zusammengesetzte Haargebilde. Jeder Strahl der Scheibe besteht nämlich aus einer engen langgestreckten Zelle und die ganze Scheibe ruht auf einer Zelle, welche ihr als Stiel oder Träger dient und ihrerseits der Oberhaut eingefügt ist. Viel häufiger als die Weichschuppen sind die Sternhaare, die bald zerstreut, bald zu dichtem Filz vereinigt vorkommen. Fig. 123 zeigt zwei solche Sternhaare. Bei vielen Pflanzen, wie bei den Gräsern, Schachtelhalmen u. a., enthält die Oberhaut eine bedeutende Menge kleiner Schüppchen von Kieselerde, die nicht selten an der Oberfläche der Epidermis zu krystallartigen Gruppen vereinigt sind. Fig. 127 zeigt bei 1 die strich- und klumpenförmigen Anhäufungen von Kieselerde an der Schale eines Weizenkorns, bei 2 die sternförmigen Kieselschüppchengruppen von der Oberhaut der Blätter einer fremden Grasart (Pharus cristatus). Wo die Oberhaut einen solchen Kieselüberzug besitzt, da fühlt sie sich rauh an, wie dies stets bei den Gräsern und Schachtelhalmen der Fall ist.

Der Polirschachtelhalm hat eine von Kieselschuppen starrende Oberhaut, und erhält dadurch die schätzenswerthe Eigenschaft, zum Poliren des Holzes verwendet werden zu können. — An den Stengeln und Aesten ist die Oberhaut eine vergängliche, vorübergehende Bildung. Sie wird hier sehr bald durch den Kork ersetzt, dessen Zellen sich im Innern der Oberhautzellen oder in den unmittelbar unter der Oberhaut gelegenen Rindenparenchymzellen bilden. Durch die Korkzellen, deren Wandung aus einem eigenthümlichen, elastisch biegsamen Stoff besteht, werden die Oberhautzellen sehr bald zersprengt und zerstört, und endlich ist die Rinde, anstatt mit einer Epidermis, mit einer Korkschicht überzogen.



Fig. 127. [illegible]

Eine derartige Korkschicht fehlt an keinem unserer Bäume und Sträucher, selbst die glatteste Baumrinde, wie die der Kirschbäume und Birken besitzt eine dünne Korkschicht. Bei anderen Bäumen ist dieselbe bekanntlich stärker entwickelt, ja bei der in Südeuropa einheimischen Korkeiche, welche den in den Handel kommenden Kork liefert, erreicht die Korkschicht, die sich alle 5 bis 6 Jahre von selbst abstößt, eine Stärke von einer Viertelelle. Das Korkgewebe besteht immer aus tafelförmigen, dicht an einander schließenden Zellen und hat offenbar die Bestimmung, die Verdunstung von Wasser durch die Rinde hindurch zu verhindern, indem Kork bekanntlich kein Wasser durchläßt. Eine Verdunstung des Wassers während des Emporsteigens des wässrigen Rohsafts im Stamme würde aber den Bäumen sehr schädlich sein. Außerdem sind die Korkzellen dazu bestimmt, die Wunden des Pflanzenkörpers zu heilen, denn alle vernarbten Wunden zeigen sich mit einer Korkschicht bedeckt. Von dünnen Korkschichten rühren auch die rauhen, braunen Flecke her, die man so häufig auf der Schale von Aepfeln, Birnen und anderem Obste bemerkt.

Diese verschiedenen Arten von Zellen und Zellgeweben, welche ich im Vorstehenden zu schildern gesucht habe, sind nun aber nicht bei allen Samenpflanzen auf gleiche Weise durch den Pflanzenkörper vertheilt. Besonders zeigt der Bau des Holzes, der Rinde und der Blätter eine große Verschiedenheit. Das Holz wird nämlich nicht immer blos durch die oben geschilderten, verschiedenartigen Holzzellen gebildet, sondern sehr häufig zugleich durch verholzte Gefäße und

selbst durch Bastzellen. So besteht das Holz aller unserer Laubbäume aus Holzzellen, Gefäßen und Markstrahlzellen, d. h. aus verholztem Grundgewebe, ferner das Holz der Palmen aus Gefäßen, verholztem Bast- und Grundgewebe. Lediglich aus Holzzellen und Markstrahlzellen ist nur das Holz der Nadelbäume zusammengesetzt, und zwar nur vom zweiten Lebensjahre an, denn im ersten Jahre finden wir den Holzring (die sogenannte „Markscheide") theilweise aus Spiralgefäßen gebildet.

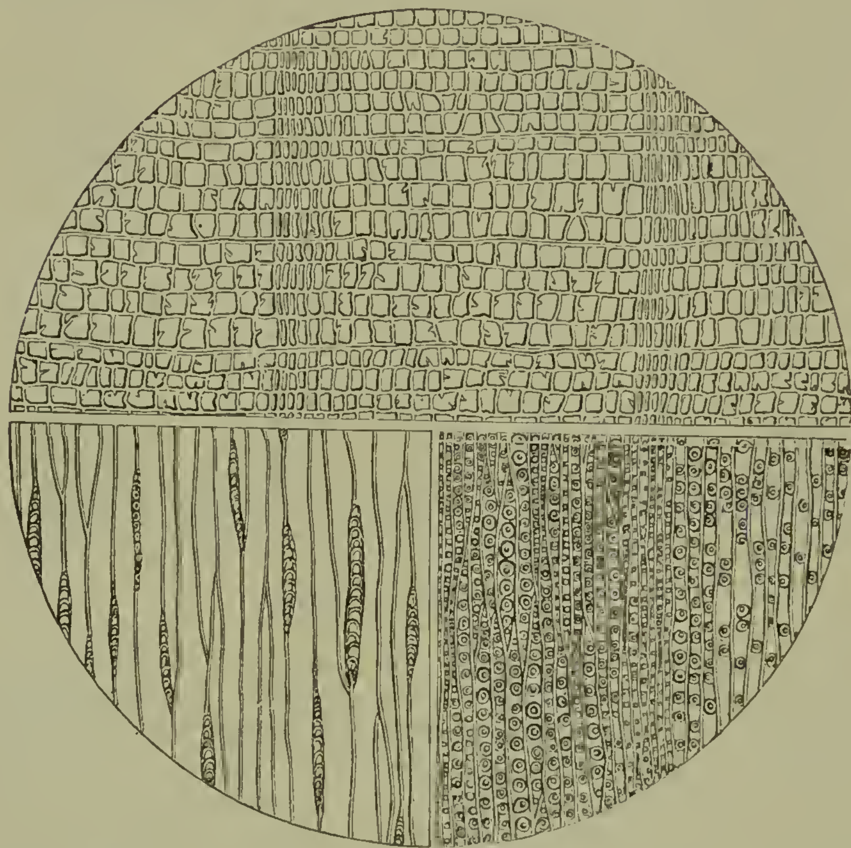


Fig. 128. Anatomie des Tannenholzes; obere Hälfte Querschnitt; untere Hälfte rechts Radialschnitt, links Tangentialschnitt.

Vom zweiten Jahre an besteht aber das Holz, abgesehen von den Markstrahlen und (bei vielen Nadelhölzern) von den harzabsondernden Holzparenchymzellen, lediglich aus den oben S. 199 geschilderten Tracheiden.

Vorstehende Abbildung (Fig. 128) zeigt uns drei mikroskopische Vergrößerungen vom Holz der Tanne (Abies pectinata). Die obere Hälfte stellt einen Querschnitt durch einen Jahresring der Edeltanne dar, neben demselben die Anfänge des vorhergehenden und nachfolgenden Jahres. Alle Holzzellen sind quer durchschnitten und erscheinen als unregelmäßige Vierecke. Die weiteren, lockeren derselben bezeichnen den Frühjahrstrieb des Baumes, die engern dagegen den Sommertrieb.

Das rechte Stück der untern Hälfte unserer Figur zeigt einen mikroskopischen Schnitt, den man aus demselben Holze erhielt, indem man das Messer in der Längsrichtung des Stammes führte und zwar so, daß es vom Mittelpunkte des

Stammes nach dem Umfange des letztern gerichtet war. Bei einem solchen Radialschnitte legen wir die Holzzellen in ihrem Längenverlaufe bloß. Wir sehen, wie sich ihre Enden keilförmig zuspitzen und in einander schieben, wie jede Zelle mit einer bestimmten Anzahl Tüpfel gezeichnet ist; doch sind in unserer bildlichen Darstellung die mit den Tracheiden sich kreuzenden horizontalen Markstrahlen weggelassen. Der Verlauf der Markstrahlen im Tannenholze wird uns durch die links stehende Abtheilung der untern Hälfte unserer Figur 128 deutlich.

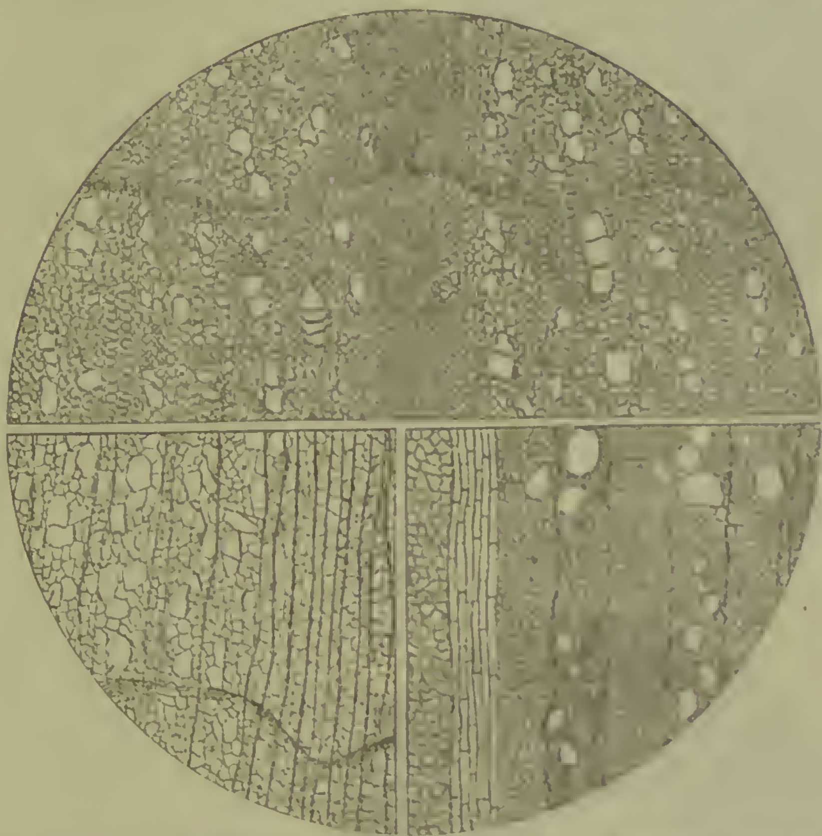


Fig. 129. Anatomie von Laubhölzern: oben Weißbuchenholz; unten links Erlenholz, rechts Eichenholz.

Dieselbe ist ein Tangentialschnitt aus demselben Holze. Wir erhielten denselben ebenfalls in der Längsrichtung des Holzes, führten dabei aber das Messer so, daß wir es auf den vorigen Schnitt rechtwinklig hielten, also in der Flächenrichtung der Rinde zwischen Mark und Rinde hindurchschnitten. Es zeigen sich hier zwischen den Längszellen des Holzes diese durchschnittenen, durch die Tracheiden zusammengepreßten Querzellen der Markstrahlen neben einander liegend.

Neben den einfachen Bau des Tannenholzes stellen wir zur Vergleichung die vergrößerte Darstellung dreier Laubhölzer.

Das Holz der Weißbuche (Carpinus betulus), von dem uns Fig. 129 einen Querschnitt zeigt, macht sich durch seine viel dichter gestellten Zellen sofort als eins unsrer besseren, festeren und zäheren Nutzhölzer kenntlich. Seine Längszellen werden theils von größern Zellen (Gefäßen) unterbrochen, theils von zahlreichen Markstrahlen durchsetzt. Die linke Abtheilung der untern Hälfte unserer Figur stellt einen Querschnitt aus dem Stammholze der gemeinen Erle

(Alnus glutinosa) dar. Die mikroskopische Vergrößerung zeigt in demselben weite Gefäße und weite, dünnwandige Holzzellen und kennzeichnet das Holz als ein leichtes und lockeres. Mit diesen großen Zellen wechseln kleinere, eben so zahlreiche Markstrahlen. Die Wände der Zellen sind zwar dünn, aber fest. Aus letzterem Umstande erklärt sich die bekannte Sprödigkeit des Erlenholzes. Die rechte Abtheilung der untern Hälfte stellt neben dem lockern Erlenholze das feste, dichte *Eichenholz* (Quercus robur) im Querschnitte dar. Wir sehen hier zwar auch eine Anzahl weite Zellen (Gefäße) auftreten, ähnlich wie im Holze der Weißbuche, die Mehrzahl der Zellen aber ist desto dichter gestellt und ihre Wände sind auffallend verdickt. Dadurch gewinnt das Eichenholz gleichzeitig an Festigkeit und spezifischer Schwere. In der Nähe der linken Grenze der Figur macht sich ein breiter Markstrahl bemerklich.



Fig. 130. Querschnitt eines Eichenstammes von achtzehn Jahren. (Sehr verkleinert.)

Mit der verschiedenen Zusammensetzung ist auch eine verschiedene Anordnungsweise der einzelnen Bestandtheile des *Holzkörpers* verbunden. Bei allen unseren Bäumen, Laub- wie Nadelbäumen, erscheint der Holzkörper auf dem Querschnitt aus konzentrischen Ringen zusammengesetzt, welche das in der Mitte des Stammes gelegene *Mark* umschließen. Auswendig wird der Holzkörper von der Rinde umgeben, welche von ihm durch eine dünne, im Frühling oft grün gefärbte und schleimige Schicht getrennt ist. Letztere besteht aus jungen Cambiumzellen und bildet den sogenannten *Cambium-* oder *Verdickungsring*, welcher während des Sommers nach innen zu fortwährend neue Holz-, nach außen hin neue Rindensubstanz absetzt und folglich sowol den Holz- als den Rindenkörper ununterbrochen verdickt, erstern jedoch in viel höherem Maße als letztern. Die Ringe des Holzkörpers, unter dem Namen *Jahresringe* allgemein bekannt, weil in der Regel jedes Jahr ein solcher Ring entsteht, rühren davon her, daß

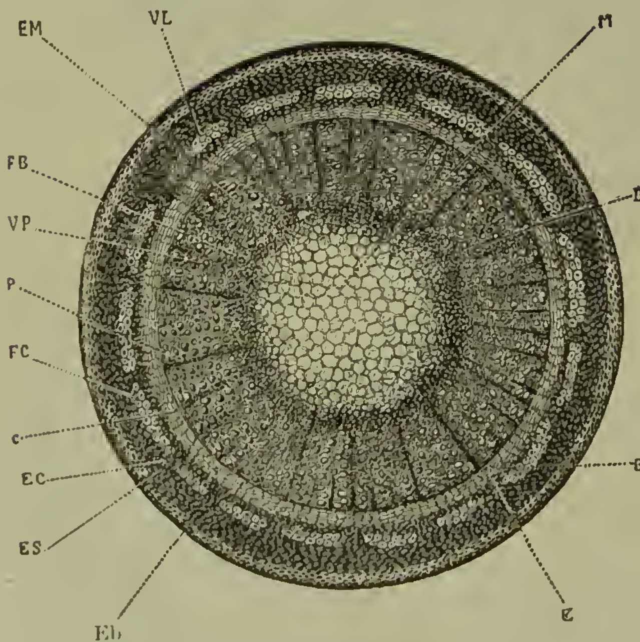


Fig. 131. Querschnitt durch einen einjährigen Ahornzweig.

das junge Holz, welches im Frühlinge, wenn der Baum nach der Winterruhe zu neuem Leben erwacht, gebildet wird, viel weitere und dünnwandigere Zellen besitzt als das späterhin sich entwickelnde. Die engen dickwandigen Zellen des vorjährigen Holzringes müssen sich folglich scharf von den weiteren dünnwandigen Zellen des neuen Ringes unterscheiden. Bei unseren Laubbäumen bemerkt man nun oft schon mit bloßen Augen, daß feine Striche strahlenförmig von der Markröhre aus sich durch den Holzkörper, durch alle Jahrringe hindurch, bis zur Rinde erstrecken (Fig. 130).

Diese bestehen aus verholztem Grundgewebe und werden Markstrahlen und zwar große Markstrahlen genannt, zum Unterschiede von den kleinen, welche sich in den zwischen den großen Markstrahlen befindlichen Holzportionen hinziehen und sich nur aus dem Holzkörper bis zur Rinde erstrecken. Die zwischen den großen Markstrahlen befindlichen Holzportionen sind Gefäßbündel, welche abwechselnd aus Gefäßen, Holz- und Cambiumzellen bestehen. Die Rinde dieser Bäume ist aus in mehrere Schichten geordneten Parenchymzellen und aus Bastbündeln, welche an den Gefäßbündeln liegen und zu ihnen gehören, zusammengesetzt, wie Fig. 133, welche einen vergrößerten Querschnitt durch einen einjährigen Ahornzweig darstellt, lehrt. Wir sehen hier zwischen der breiten Rinde und dem noch einfachen Holzringe, welcher das weite großzellige Mark einschließt, eine weiße kreisförmige Zone. Das ist der Cambium- oder Verdickungsring, welcher die sämmtlichen in einen Kreis gestellten und durch große Markstrahlen getrennten Gefäßbündel, aus denen der Holzring zusammengesetzt ist, durchzieht und jedes Gefäßbündel in eine größere innere Portion (den Holztheil) und in eine kleinere äußere (den Basttheil) scheidet. Die zu den Gefäßbündeln gehörigen Basttheile erscheinen in dem dunkeln Rindengewebe als helle, dem Cambiumringe parallele Streifen. Aehnlich sind das Holz und die Rinde aller Laubbäume gebaut. Bei den Nadelbäumen befinden sich an der Stelle der Gefäßbündel ganz ähnlich gestaltete Bündel von Holzzellen, welche jedoch fest an einander schließen und blos von zahlreichen kleinen Markstrahlen durchbrochen sind (Fig. 132). — Große Markstrahlen giebt es also im Holzkörper dieser Bäume nicht. Die Markstrahlen selbst erscheinen ihrer Länge nach senkrecht durchschnitten bei Laub- und Nadelhölzern als Streifen von mauerförmigem Zellgewebe, welche sich mit den (im aufrechten Stamme) senkrecht gestellten Gefäßen, Tracheiden u. s. w. rechtwinklig kreuzen, also horizontal sich durch die Holzmasse erstrecken (Fig. 133 Längsschnitt durch Ahornholz, wo m m ein Markstrahl ist). — Einen ganz andern Bau läßt der Holzkörper und die Rinde der Palmen und verwandter Bäume der heißen Zonen erkennen. Der Holzkörper dieser Bäume erscheint nämlich auf dem Querschnitt aus lauter dicken, harten, biegsamen Holzfasern zusammengesetzt, welche unter der Rinde gewöhnlich dicht neben einander liegen, gegen die Mitte des Stammes hin dagegen durch locker verbundene, meist stärkemehlhaltige Parenchymzellen getrennt sind. Ein wirkliches Mark, eine Markröhre, fehlt gänzlich (Fig. 134 b). Die Holzfasern sind nichts Anderes, als Gefäßbündel, von denen ein jedes aus verholzten Bastzellen, sowie aus Gefäßen zusammengesetzt ist. In Fig. 134 a bedeutet der schwarz gestrichelte Theil eines jeden Gefäßbündels die Bastzellen, der weiße punktirte die Gefäße. Die Rinde besteht bei den Palmen bald aus Parenchymzellen, bald aus über einander liegenden Schichten von netzförmig verflochtenen Bastzellen und Bastbündeln. Einen ähnlichen Bau, wie

beim Stamme unserer Bäume und der Palmen, findet man auch bei den Stengeln aller krautartigen Pflanzen in den beiden großen Abtheilungen, welche durch unsere Laubbäume und durch die Palmen repräsentirt werden. Die gesammten Samenpflanzen zerfallen nämlich in zwei Abtheilungen, je nachdem der in ihrem Samen eingeschlossene Keim zwei gegenständige Keimblätter (Samenlappen, Kotyledonen) oder nur eins trägt, welches ihn dann mehr oder weniger mantelförmig umhüllt. Die mit zwei Keimblättern begabten nennt man Dikotyledonen, die mit einem Keimblatte versehenen Monokotyledonen. Zu ersteren gehören, außer allen unseren Bäumen und Sträuchern, die meisten Stauden und Kräuter, die uns umgeben; zu letzteren, außer den Palmen und anderen baumartigen Gewächsen der heißen Zone, sämmtliche Gräser, Riedgräser, lilienartigen Pflanzen, Orchideen u. s. w. Im einjährigen Dikotyledonenstengel sind die Gefäßbündel in einen durch große breite Markstrahlen durchbrochenen Kreis gestellt (Fig. 135), im einjährigen Monokotyledonenstengel dagegen zerstreut angeordnet (Fig. 134 b).



Fig. 132. Querschnitt eines Fichtenstammes. (Sehr verkleinert.)

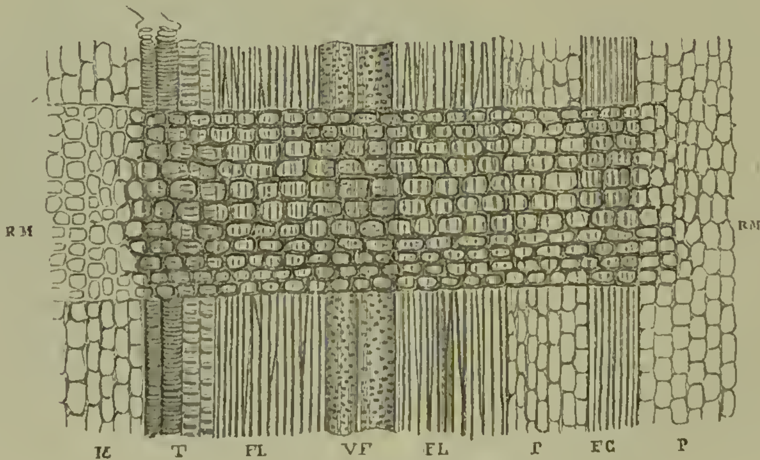


Fig. 133. Längsschnitt durch Ahornholz.

In Fig. 135 bezeichnet a die Gefäßbündel oder den Holzkörper, denn selbst im einjährigen Dikotyledonenstengel sind die Gefäßbündel zum Theil aus Holzzellen zusammengesetzt, b das Mark, c die Markstrahlen (große), d die Rinde, h den Basttheil eines jeden Gefäßbündels, g das junge Holz (den Splint), f das ältere.

Beiläufig sei hier bemerkt, daß in der heißen Zone der Holzkörper selbst der ältesten Dikotyledonenbäume keine Jahrringe erkennen läßt, wenigstens nicht deutlich, weil dort die Bäume das ganze Jahr grünen, ihre Lebensthätigkeit nicht unterbrochen wird und daher das Holz ganz oder ziemlich gleichmäßig anwächst.

Schließlich wollen die Leser noch auf nachstehende Abbildung, Fig. 136, einen Blick werfen, welche ein sehr kleines Stückchen eines senkrecht gegen die Fläche geführten Durchschnitts eines Laubholzblattes stark vergrößert zeigt. Wir gewahren an demselben eine obere und eine untere, aus tafelförmigen leeren Zellen zusammengesetzte Oberhaut und dazwischen drei Schichten von mit Chlorophyllkörnern angefüllten Grundgewebzellen, von denen die beiden oberen (der obern Blattfläche zugekehrten) Schichten aus senkrecht gestellten, gestreckten, dicht an einander liegenden Zellen bestehen, während in der untersten, aus locker verbundenen Zellen gebildeten Schicht sich große lufterfüllte Intercellularräume bemerklich machen.

Diese Intercellularräume stehen mit den Spaltöffnungen der untern Oberhaut in Kommunikation. Letztere sind in der Zeichnung nicht angegeben, eben so wenig, daß die das Blatt durchziehenden Gefäßbündelverzweigungen in dieser lockern Gewebeschicht verlaufen. Einen ähnlichen Bau haben alle flachenförmigen Blätter der dikotylen Gewächse, während die massigen fleischigen Blätter, desgleichen die Blätter der Monokotyledonen und der Nadelhölzer, ganz anders gebaut sind, worauf näher einzugehen die Beschränktheit des Raumes verbietet.

Die Fortpflanzung der Gewächse.

Noch bleibt mir übrig, über die wichtigste Aeußerung des Pflanzenlebens, nämlich die Erzeugung eines lebensfähigen Keimes, zu sprechen, da die Vorgänge, welche jenem Akte vorausgehen, rein mikroskopischer Natur sind.

Ich habe schon S. 105 bemerkt, daß von einem wirklichen Keime (Embryo) blos bei den Samenpflanzen die Rede sein kann, indem die Fortpflanzungszelle der Sporengewächse, die Spore, in ihrem Innern blos mit einer formlosen Flüssigkeit erfüllt ist, keineswegs aber eine Anlage zu einer neuen Pflanze enthält. Nichts desto weniger findet bei allen vollkommneren Sporenpflanzen, nämlich bei den Gefäßsporenpflanzen und bei den Moosen, ja auch bei der Mehrzahl der Algen, Flechten und Pilze, ein Vorgang statt, der ziemlich gleichbedeutend mit der Erzeugung des Keimes der Samenpflanzen ist, nämlich bei den Moosen und vielen Algen, Flechten und Pilzen die Bildung des Sporen erzeugenden Apparats oder der Frucht, bei den Gefäßsporenpflanzen (Farnen, Schachtelhalmen u. s. w.)

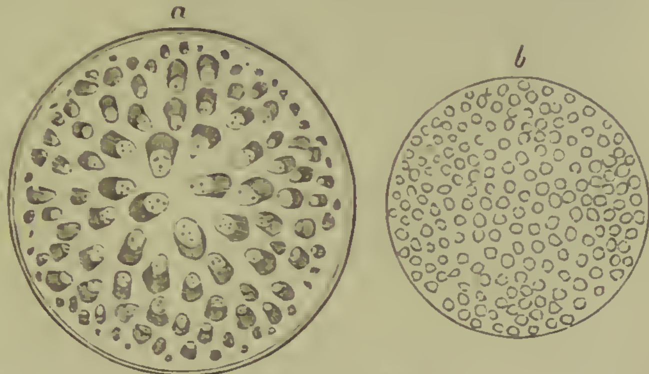


Fig. 134. Mehlkörnige Stämme.

die Bildung der Knospe des Vorkeimes, aus welcher der eigentliche Pflanzenkörper hervorgeht. Beide Vorgänge sind nämlich wie die Bildung des Keimes der Samenpflanzen das Ergebniß einer geschlechtlichen Zeugung oder der Befruchtung eines sogenannten weiblichen Organs durch ein sogenanntes männliches. Als weibliches Organ betrachtet man bei den Samenpflanzen das sogenannte Pflanzenei oder die Samenknospe, bei den höheren Sporenpflanzen das bereits S. 164 geschilderte Archegonium, als männliches bei den Samenpflanzen den Staubbeutel, bei den vollkommneren Sporenpflanzen das Antheridium.

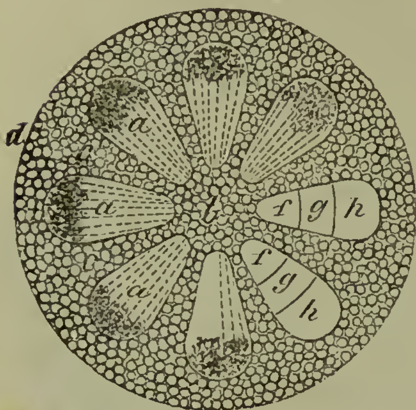
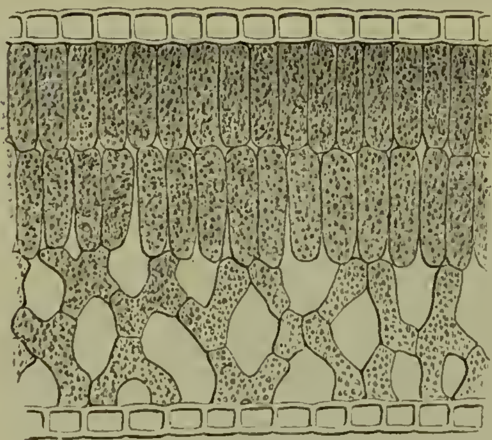


Fig. 135. Einjähriger Dikotyledonenstengel.

Von den Geschlechtsorganen der Pilze, Flechten und andern niedern Kryptogamen und von den Vorgängen der Befruchtung bei jenen Gewächsen ist bereits hinreichend die Rede gewesen. Es bleibt daher nur übrig, Blicke in die Vorgänge des Zeugungsprozesses bei den Gefäßsporenpflanzen zu thun.

Wir haben nämlich a. a. O. bereits gesehen, daß die Befruchtung des Archegoniums oder richtiger der im Bauchtheil desselben enthaltenen Keimzelle durch die Schwärmfäden der Antheridien vollzogen wird, und ich will daher hier blos noch eine bildliche Erläuterung dieses Vorganges einschalten. Fig 137 zeigt bei Abb. 1 ein reifes, bei 2 ein aufspringendes und die Schwärmfäden enthaltenden Bläschen ausleerendes Antheridium eines Lebermooses, bei 3 ein fertiges, zur Befruchtung bereites, bei 4 ein soeben befruchtetes Archegonium derselben Pflanze, wo die ursprünglich einfache Keimzelle sich bereits in zwei Zellen verwandelt hat. Bei 5 sind Schwärmfäden verschiedener Sporenpflanzen in achthundertfacher Linearvergrößerung abgebildet, bei a ein Schwärmfaden eines Laubmooses, bei b der eines Farnkrautes, bei c, d und e Schwärmfäden von Schachtelhalmen. Diese seltsamen, mit schwingenden Wimpern begabten Gebilde ähneln auffallend den sogenannten Samenthierchen in der befruchtenden Flüssigkeit oder dem Samen männlicher Thiere, weshalb manche Botaniker sie auch mit demselben Namen belegt haben. In der That scheinen jene Samenthierchen ganz dieselbe Bestimmung wie die Schwärmfäden zu haben, nämlich das thierische Ei zur weitern Entwicklung, zur Entwicklung eines Embryo oder jungen Thieres anzuregen, mit andern Worten es zu „befruchten".


Fig. 136. Durchschnitt eines Laubholzblattes in starker Vergrößerung.

Auf ganz andere Art geschieht der Akt der Befruchtung bei den Samenpflanzen. Ehe ich denselben schildern kann, ist es nöthig, eine kurze Beschreibung

von dem gewöhnlichen Bau der Blüte vorauszuschicken, da ja diese die obengenannten Geschlechtsorgane enthält. An derselben unterscheidet man die Blütenhüllen und die Geschlechtsorgane. Die Blütenhüllen bestehen aus dem Kelche und der Blumenkrone; ersterer ist die äußere, letztere die innere Blütenhülle. Die Geschlechtsorgane nehmen immer die Mitte der Blumen ein, und zwar umgeben die männlichen, die Staubgefäße, die weiblichen oder das weibliche, die Pistille oder das Pistill, indem sehr häufig blos ein Pistill vorhanden ist, wie in Fig. 138, welche bei Abb. 1 eine von der untern Seite gesehene und bei 2 eine der Länge nach durchschnittene Blume des Sonnenröschens (Helianthemum vulgare) in natürlicher Größe darstellt.

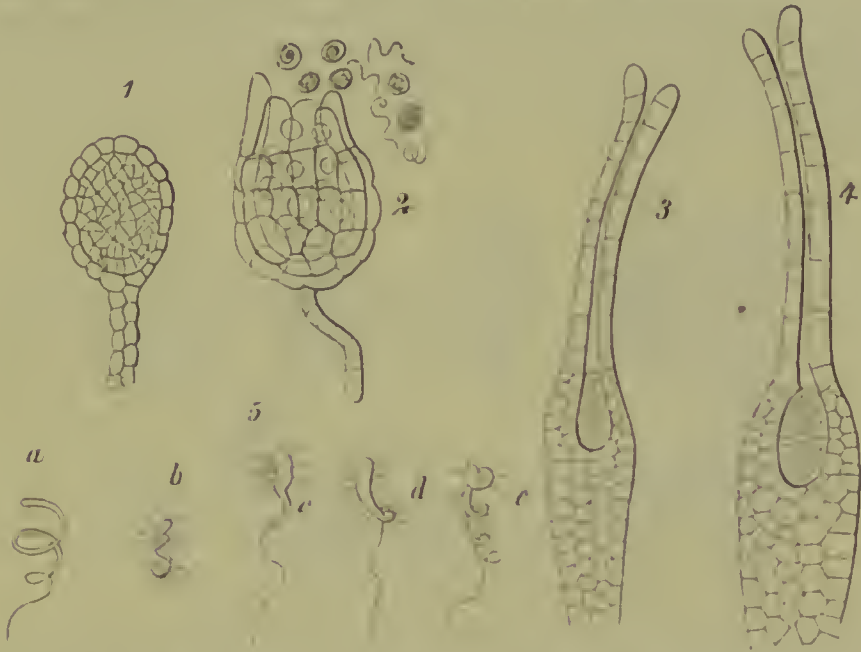


Fig. 137. Geschlechtsorgane und Schwärmfäden der höheren Sporenpflanzen.

a ist hier der Kelch, b die Blumenkrone, d das Pistill und c sind die Staubgefäße. Letztere bestehen aus dem Träger oder Staubfaden (Fig. 138, Abb. 3 b) und dem Staubbeutel (3 a), der im Innern den Blütenstaub (Pollen) enthält, welchen er entleert, indem er der Länge nach aufreißt. Das Pistill besteht aus dem Fruchtknoten (4 a), welcher im Innern hohl ist und daselbst die Eichen oder Samenknospen trägt (5 a), aus dem Griffel (4 b) und der Narbe (4 c). Letztere ist an ihrer Oberfläche mit zarten blasigen Zellen besetzt, welche eine klebrige zuckerhaltige Flüssigkeit, die Narbenfeuchtigkeit, aussondern. Die Eichen sind keineswegs so einfach, wie sie aussehen, sondern ziemlich zusammengesetzte Gebilde. Fig. 138, Abb. 6, stellt ein solches im Längsschnitt schwach vergrößert dar. Dasselbe besteht aus dem Eikern (a) und den Eihäuten (b), welche am Grunde des Eies mit dem Eikern verwachsen, an der Spitze des Eies, über der sogenannten Kernwarze (c), von einem runden Loche, dem Eimunde (d), durchbohrt sind. Im Innern des Eikernes, welcher, wie überhaupt das ganze Eichen, blos aus Parenchymzellen besteht, befindet sich eine große blasige, mit einer schleimigen Flüssigkeit erfüllte Zelle, der Keimsack (e).

Nachdem die Staubbeutel reif geworden sind, öffnen sie sich auf verschiedene Weise und entleeren den Blütenstaub, der immer in so großer Menge vorhanden ist, daß einige Körnchen sicher auf die Narbe des Pistills gelangen. Sehr häufig wird die Uebertragung des Pollens auf die Narbe durch Insekten oder auch durch den Wind vermittelt; ja neueren Untersuchungen zufolge scheint Selbstbefruchtung, d. h. Uebertragung des Pollens derselben Blüte auf die Narbe, nicht hinzureichen, um keimfähigen Samen zu bilden. — Der Blütenstaub erscheint dem bloßen Auge, wie schon sein Name andeutet, als ein feiner mehlartiger Staub von verschiedener, doch meist gelber Farbe. Unter dem Mikroskop betrachtet, gewahrt man aber, daß derselbe aus einzelnen, bald kugeligen, bald eckigen Zellen besteht, die oft eine sehr merkwürdige Gestaltung besitzen, wie man aus Fig. 139 ersehen kann, wo eine kleine Musterkarte verschiedener Blütenstaubkörnchen abgebildet ist.

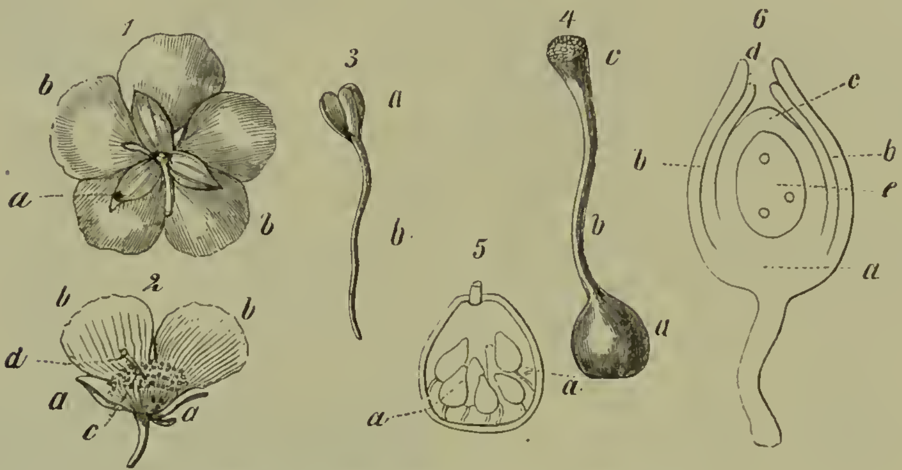


Fig. 138. Blüte und Blütentheile der Samenpflanzen.

a ist ein Staubkorn vom Kürbis, b von der Passionsblume, c von Cuphea procumbens, d von der Weberkarde, e von der dreifarbigen Gartenwinde, f vom Wasserweiderich, g von der Golddistel, (Scolymus), h von der Cichorie, i von der Kiefer. Letzteres (und überhaupt diejenigen aller Nadelhölzer) unterscheidet sich von den Pollenkörnern der übrigen Pflanzen dadurch, daß es aus mehreren Zellen zusammengesetzt ist. Bei den Kiefern und verwandten Nadelholzbäumen hat jedes Pollenkorn überdies zwei seitliche Blasen von scheinbar zelligem Bau, welche bei der Verbreitung des Pollens durch den Wind als Flugorgane dienen. Diese Blasen bedingen das sonderbare Ansehen des Kiefernpollens.

Dagegen rühren die seltsamen Auswüchse, Leisten, Stacheln u. s. w. anderer Pollenkörner von der äußern Haut her, welche die innere, viel zartere Haut, die eigentliche Zellenmembran, umschließt. Diese äußere Haut ist keine vollkommen geschlossene Hülle, sondern besitzt an bestimmten Stellen Oeffnungen, die bald als Löcher, bald als Spalten ausgebildet sind. Bei d z. B. sind in der äußern, körnig punktirten Haut drei runde Löcher vorhanden, durch welche die innere Haut in Form halbkugeliger Warzen hervortritt. Diese Löcher und Spalten sind dazu bestimmt, der inneren Haut zu gestatten, sich nach außen hin auszudehnen. Sobald nämlich die Pollen- oder Blütenstaubkörnchen auf die Narbe gelangt sind, quillt ihre Haut durch den Einfluß der Narbenfeuchtigkeit auf. In der Regel sehr bald,

nachdem dies geschehen ist, beginnt die innere Haut eines jeden Körnchens sich durch die Löcher oder Spalten der äußeren Haut in Form eines fadenförmigen Schlauches hinauszustülpen, und in diesen Schlauch ergießt sich auch der zähflüssige Inhalt des Staubkornes, der um diese Zeit sehr reich an Stickstoff zu sein pflegt. Man nennt diesen Vorgang in der Wissenschaft die Keimung der Pollenkörner, und jene Schläuche Pollenschläuche. Abb. 1 des auf S. 216 befindlichen Holzschnittes, Fig. 140, zeigt ein gekeimtes Staubkorn des Maiblümchens schwach vergrößert, 2 eines der seltsam gestalteten, dreieckigen, auswendig mit fadenförmigen Anhängseln versehenen Staubkörner des rauhblättrigen Weidenrösleins (Epilobium hirsutum), welches bei a bereits einen Schlauch getrieben hat, bei b im Begriff ist, einen zweiten zu treiben, stark vergrößert. Uebrigens sind die Pollenschläuche nicht immer so fadenförmig gestaltet: nicht selten nimmt man an ihnen unregelmäßige, seitliche Auswüchse wahr, durch welche der Schlauch ein knorriges Ansehen erhält, z. B. bei 3, wo ein Pollenschlauch der Spritzgurke (Momordica Elaterium) abgebildet ist.



Fig. 139. Pollenkörner.

Diese seltsamen Schläuche dringen nun bald in das Gewebe der Narbe ein und wachsen, sich fortwährend verlängernd, durch den nun mit lockeren, von Narbenfeuchtigkeit durchdrungenen Zellen erfüllten Griffel bis in die Fruchtknotenhöhle hinein, und können so bis zu den Eiern gelangen. Da der Griffel oft eine bedeutende Länge besitzt (der des Stechapfels z. B. ist gegen 4, derjenige der Herbstzeitlose sogar bis 13 Zoll lang), so müssen sich die Pollenschläuche oft ungeheuer ausdehnen, so daß ihre Länge den Durchmesser des Pollenkornes, dem sie angehören, nicht selten um einige hundert Male übertrifft. Die Zeit, in welcher die Pollenschläuche ihre Reise durch den Griffel hindurch bis zu den Eichen zurücklegen, ist verschieden, steht aber in keinem Verhältniß zur Länge des Griffels. Im Gegentheil scheinen bei sehr langen Griffeln auch die Pollenschläuche sehr rasch zu wachsen. Bei dem 9 Zoll langen Griffel des großblütigen Kaktus (der sogenannten „Königin der Nacht") z. B. dehnen sich die Pollenschläuche so rasch aus, daß ihre Enden schon nach wenigen Stunden die Eichen erreichen, und bei dem Griffel der Herbstzeitlose geschieht dies wenigstens binnen 12 Stunden. Nachdem alle oder die meisten der auf die Narbe gelangten Staubkörner ihre Schläuche getrieben haben, gleicht die Narbe auf dem Längsschnitt einem mit langen Stecknadeln besteckten Nähkissen, wie Abb. 4 beweist, welche

ein der Länge nach durchschnittenes Pistill vom Sonnenröschen mäßig vergrößert darstellt (a ist der durchschnittene Fruchtknoten, b der mit aufgelockertem Zellgewebe erfüllte Griffel, c die aus eben solchen Zellen bestehende Narbe; d sind auf der Narbe liegende Staubkörner, deren jedes einen Schlauch getrieben hat, e die auf dicken Stielen sitzenden Eichen. In den Mund eines jeden Eichens ist ein Pollenschlauch eingedrungen). Der bis in den Eimund gelangte Pollenschlauch durchbricht nun das um diese Zeit ebenfalls aufgelockerte Zellgewebe der Kernwarze, indem er deren Zellen aus einander drängt und häufig deren gänzliche Zerstörung veranlaßt.



Fig. 140. Befruchtung der Samenpflanzen.

Er dringt auf diese Weise bis an den Keimsack vor, an dessen Außenwand er sich entweder anschmiegt oder dessen Wandung er mehr oder weniger tief einstülpt. Bis hierher stimmen die Beobachtungen der verschiedenen Forscher über den Vorgang der Befruchtung so ziemlich überein. Ueber den weitern Verlauf desselben, d. h. über dessen wichtigsten Akt, nämlich die Entstehung des Keimes, waren die Meinungen bis vor fünfzehn Jahren getheilt. Nach der einen, ältern Theorie sollte der Keim aus einer der kleinen Zellen hervorgehen, welche sich innerhalb des Keimsackes vor oder während des Eindringens des Pollenschlauches bilden und Keimbläschen genannt werden und die Befruchtung

in demselben Augenblicke eintreten, wo das Ende des in das Ei eingedrungenen Pollenschlauches sich an den Keimsack anlegt oder diesen einstülpt, indem man annahm, daß ein Theil der schleimigen, im Pollenschlauch befindlichen Masse durch die zarte Haut des Pollenschlauches, des Keimsackes und des zu befruchtenden Keimbläschens hindurch bis in das Innere des letzteren dringe und die Befruchtung vollzöge. Daß ein solches Uebergehen des Inhaltes des Pollenschlauchs durch die geschlossenen Häute der sogenannten Organe hindurch bis ins Innere des Keimbläschens möglich sei, werden meine Leser begreifen, wenn sie sich dessen erinnern wollen, was ich oben (S. 186) über die Fähigkeit der Zellenmembran, Flüssigkeiten durch sie hindurchzulassen, gesagt habe. — Nach einer jüngern, zuerst von Prof. Schleiden aufgestellten Theorie sollte der Keim nicht aus einem der Keimbläschen entstehen, sondern sich in dem Ende des bis in den Keimsack (durch dessen Einstülpung) gedrungenen Pollenschlauches bilden und eine eigentliche Befruchtung oder geschlechtliche Zeugung gar nicht stattfinden.

Darüber, ob die eine oder die andere Theorie die richtige sei, ist viele Jahre hindurch ein heftiger wissenschaftlicher Streit geführt worden, bis derselbe im Jahre 1855 durch einen bairischen Botaniker, Dr. Radlkofer, zu Gunsten der ältern Ansicht entschieden wurde. Dieser beobachtete nämlich — und mit seinen Beobachtungen stimmen spätere, von verschiedenen Forschern angestellte überein — daß sich zur Zeit der Befruchtung in jedem Keimsacke zwei Bläschen oder Zellen unterhalb der Kernwarze befinden, eine größere obere und eine kleinere untere. Der Pollenschlauch legt sich nun stets an diejenige Stelle des Keimsackes an oder stülpt denselben da ein, wo sich die große obere Keimzelle befindet, stülpt diese wol auch etwas ein, durchbricht sie aber nicht, und bleibt am Keimsacke haften, verwächst wol auch mit demselben. Während nun die große Keimzelle unverändert bleibt, dehnt sich die kleine zu einem Schlauche aus, welcher sich bisweilen durch den ganzen Keimsack hindurch erstreckt und in seinem Ende den Keim erzeugt. Es wird also merkwürdigerweise die kleinere untere Keimzelle, welche durch die große obere vom Pollenschlauche getrennt ist, befruchtet und es läßt sich daher kaum mehr bezweifeln, daß wirklich ein Durchtritt der im Pollenschlauch befindlichen Flüssigkeit bis in die untere Keimzelle stattfindet. Sobald die Befruchtung vollzogen ist, verwandelt sich die in der schlauchförmigen Erweiterung der befruchteten Keimzelle entstandene erste Grundlage des zukünftigen Keimes, welche ebenfalls eine einzelne Zelle ist, durch wiederholte Theilung und dadurch hervorgerufene Bildung von Tochterzellen in einen kugeligen Zellenkörper, das Keimkügelchen genannt, welches sich sodann allmählich zum wirklichen Keim ausbildet. Abb. 5 in Fig. 140 zeigt den Vorgang der Befruchtung bei der Kaiserkrone. b ist der durch die Kernwarze a eingedrungene Pollenschlauch, c der Keimsack, e das blasig erweiterte Ende der untern befruchteten Keimzelle, durch welches die obere, ursprünglich größere verdeckt wird, f der in Strömung begriffene Inhalt der befruchteten Keimzelle, in welcher man einen großen Zellenkern, die erste Grundlage des zukünftigen Keimes, bemerkt. Abb. 6 zeigt bei c das aus zwei Zellen bestehende, ganz junge Keimkügelchen der Kaiserkrone, Abb. 7 ebenfalls bei c ein älteres mehrzelliges Keimkügelchen einer tropischen Wasserpflanze, Pistia obovata. a ist bei den Abbildungen der eingedrungene Pollenschlauch, b das Gewebe der Kernwarze, d der Keimsack.

Fünfter Abschnitt.

Der mikroskopische Bau der niederen Thiere.

Sollte der merkwürdige Bau der Pflanzen, den ich dem geehrten Leser im vorhergehenden Abschnitte zu schildern versuchte, sein Interesse rege gemacht und ihn mit Bewunderung jener geheimnißvollen Macht erfüllt haben, welche sich selbst noch in der einzelnen Zelle groß und herrlich offenbart, weil sie mit den einfachsten Mitteln mehr zu leisten versteht, als der Mensch mit den zusammengesetztesten Maschinen, so darf ich wol mit Recht hoffen, daß derselbe die beiden folgenden Abschnitte dieses Büchleins mit noch größerem Interesse lesen und noch mehr des Wunderbaren darin finden wird. Denn wie groß auch der Reichthum an Formen in der Pflanzenwelt ist, und wie viel Merkwürdiges, ja geradezu Wunderbares das innere Bilden und Leben der Pflanzen darbietet, so hält doch die Pflanzenwelt in beiden Beziehungen eine Vergleichung mit der Thierwelt nicht aus. Es wird dem Leser die Wahrheit dieser Behauptung einleuchten, wenn ich ihm sage, daß blos aus der Gruppe der Insekten, die doch nur eine einzige der vielen Klassen ausmacht, in welche man das Thierreich einzutheilen pflegt, bis jetzt schon nahezu 200,000 verschiedene Formen oder Arten bekannt sind, während sich die Zahl aller bis jetzt bekannten Pflanzenarten kaum auf 150,000 beläuft. Er wird aber auch zugleich einsehen, daß es bei diesem unendlichen Formenreichthum rein unmöglich ist, innerhalb der engen Grenzen, welche diesem Büchlein gesteckt sind, eine übersichtliche Schilderung der verschiedenen Klassen des Thierreichs auch nur in jener gedrängten Weise zu liefern, in welcher ich ihm im vorhergehenden Abschnitte die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs zu beschreiben versucht habe, und daß ich mich deshalb damit begnügen muß, ihn einige Blicke in die wichtigsten Klassen des Thierreichs und in das Innere des Thier- und Menschenkörpers — denn auch der Mensch gehört dem Thierreiche an — thun zu lassen. Wir wollen dabei ganz dieselbe Ordnung befolgen, wie bei den Pflanzen, nämlich mit den unvollkommensten und einfachsten Thierformen beginnen, und von diesen allmählich auf den verschiedenen Stufen der Organisation des Thierkörpers zu den vollkommensten Thieren und zu uns selbst emporsteigen. Bevor ich jedoch meine Schilderungen anfange, will ich des leichtern Verständnisses halber eine kurze Uebersicht der Hauptabtheilungen des gesammten Thierreichs vorausschicken.

Ich darf als bekannt voraussetzen, daß man das gesammte Thierreich gewöhnlich in zwei Hauptgruppen eintheilt, nämlich in Wirbelthiere (Vertebraten, Osteozoen) und in wirbellose Thiere (Evertebraten). Zu den Wirbelthieren gehören alle mit einem festen, meist aus Knochensubstanz bestehenden

innern Gerüste (Skelet) begabten Thiere, d. h. die vier höchsten Klassen des Thierreichs, die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Die Wirbellosen zeigen nach ihrer äußern Gestaltung und ihrem innern Bau eine viel größere Mannichfaltigkeit, so daß man die Gruppe derselben meist wieder in eine Anzahl von Abtheilungen (oder Kreisen) auflöst, die am besten einzeln den Wirbelthieren als gleichwerthig an die Seite gesetzt werden. Hierher gehören die Gliederthiere (Artikulaten, Arthrozoen), Ringelthiere (Annulaten), Weichthiere (Mollusken, Malakozoen), Strahlthiere (Radiaten, Phytozoen) und Urthiere (Protozoen). Von den letzteren, zu welchen die Klassen der Infusorien und Rhizopoden, d. h. die allerunvollkommensten Thiere, gehören, ist bereits im ersten Abschnitte dieses Buches die Rede gewesen. Zu den Strahlthieren, welche sich durch die strahlige Anordnung ihrer inneren Organe, ja bisweilen selbst durch eine strahlige äußere Gestaltung (z. B. die Seesterne) auszeichnen, während die vorher erwähnten Thiere sämmtlich eine seitlich symmetrische, sogenannte bilaterale Bildung besitzen, gehören die Klassen der Hohlthiere (Cölenteraten mit den Polypen, Quallen und Schwämmen) und der Stachelhäuter (Echinodermen), die beide übrigens von manchen Zoologen selbst wieder — unter Auflösung der Gruppe der Strahlthiere — zu dem Range von Abtheilungen erhoben werden. Die durch die Weichheit ihres Körpers, durch ihre meist plumpe Gestalt und die Massenhaftigkeit ihrer Eingeweide ausgezeichneten Weichthiere, von denen die Mehrzahl in einem kalkigen Gehäuse steckt, zerfallen in die drei Klassen der Muschelthiere (Acephalen, Conchiferen), Schnecken (Cephalophoren) und der Kopffüßler (Cephalopoden). Während man den Ringelthieren gewöhnlich blos die Klasse der Würmer (Vermes) zurechnet, die übrigens mit ihren zahlreichen Formen schwerlich eine natürliche Einheit darstellen, umfassen die Gliederthiere, welche sich durch die deutliche Gliederung ihres ganzen Leibes, durch gegliederte Beine und durch ihre derbe, oft harte Körperbedeckung (Hautskelet), die bei ihnen die Stelle eines innern Knochengerüstes vertritt, von allen übrigen Thieren unterscheiden, die vier Klassen der Krebsthiere oder Krustenthiere (Crustaceen), Spinnenthiere (Arachniden), Tausendfüßler (Myriapoden) und Insekten (Hexapoda).

Im Gegensatz zu den ungleich vollkommneren Wirbelthieren pflegt man die Abtheilungen und Klassen der Wirbellosen, die auch an Größe beträchtlich zurückstehen, vielfach als niedere Thiere zu bezeichnen. Und diese nun sind es, mit denen wir es in dem gegenwärtigen Abschnitte zu thun haben.

Die oben schon beiläufig hervorgehobene Erscheinung, daß der Thierkörper in diesen unteren Regionen des Thierreichs, sowol was seine äußere Gestalt, als was seinen innern Bau anlangt, einer viel größern Formenverschiedenheit unterworfen ist, als in den höheren Regionen, die Thatsache mit anderen Worten, daß der Formenreichthum sowol der äußern als der innern Gestaltung bei den niederen Thieren ungleich größer ist, als bei den höheren, und daß daher Gestalt und Bau in den unteren Klassen viel weniger Uebereinstimmung zeigen, als in den oberen, wiederholt genau dasselbe, das wir in dieser Beziehung für die höheren und niederen Gruppen der Pflanzenwelt bemerkt haben. An der Thatsache selbst ist nicht zu zweifeln. Denn während die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, so verschieden auch die äußere Gestalt ihrer Körper ist, dennoch ein übereinstimmendes und nach denselben Regeln gebautes Skelet, Gefäß- und Nervensystem u. s. w. besitzen, und

auch das mikroskopische Gewebe aller dieser Theile eine große Aehnlichkeit erkennen läßt, sind z. B. die Ringelwürmer und Weichthiere oder die Weichthiere und Strahlthiere einander sowol äußerlich als innerlich ganz unähnlich. Mehr Uebereinstimmung findet in der Gestaltung und im Bau der Crustaceen, Arachniden und Insekten statt, aber diese bilden auch die höchsten Klassen der niederen Thiere. Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß ich den niederen Thieren eine größere Berücksichtigung schenken und dieselben sorgfältiger schildern muß, als die höheren. Während ich mich bei letzteren, eben so wie bei den Samenpflanzen, auf eine übersichtliche Beschreibung des mikroskopischen Baues der wichtigsten Theile, als der Knochen, Muskeln, Blutgefäße, Nerven, Haut, Haare, Zähne u. s. w., und auf eine kurze Darstellung der Entwicklungsgeschichte des Eies und des Embryo (des in dem befruchteten Eie entstehenden jungen Thieres) beschränken werde, muß ich bei den niederen Thieren nothwendig auch auf die äußere Gestalt und auf den gesammten Bau des Körpers Rücksicht nehmen. Es ist dies um so nothwendiger, da die niederen Thiere im Allgemeinen viel weniger gekannt sind als die höheren, theils weil der Mensch viel weniger Nutzen von ihnen zieht, theils weil ihr Körper viel kleiner ist, als derjenige der höheren Thiere, oft so klein, daß derselbe erst mittels einer starken Vergrößerung als ein Thierkörper deutlich erkannt wird. Mit solchen kleineren Formen der niederen Thiere werden wir es hier vorzugsweise zu thun haben.

Die Polypen, Quallen und Schwämme.

(Hohlthiere, Coelenterata.)

Unter dem Namen „Polypen“ verstehen wir nicht jene scheußlichen, vielarmigen Meerungeheuer, welche der Sage nach Thiere und Menschen mit ihren furchtbaren, klafterlangen Armen umschlingen und in die Tiefe des Meeres hinabziehen, um sie zu fressen. Wir bezeichnen diese im Munde des Volkes lebende Ueberlieferung als eine Sage, dürfen dabei aber nicht verschweigen, daß derselben etwas Wahres zu Grunde liegt. Die alten Griechen verstanden nämlich unter dem Namen „Polypen“, welcher wörtlich „Vielfüßer“ bedeutet, die sogenannten Tintenfische (Sepien) und die verwandten Thiergeschlechter aus der Gruppe der Kopffüßler (Cephalopoden), einer Abtheilung der Weichthiere, deren Arten sämmtlich im Meere leben und an ihrem Kopfe 8 bis 10 lange Fangarme haben, mit welchen sie ihre Beute, Fische und Crustaceen, ergreifen. Manche dieser häßlichen Thiere erreichen nun eine riesige Größe, und solchen dürfte es allerdings möglich sein, Menschen mit ihren langen Fangarmen zu umschlingen und in die Tiefe des Meeres hinabzuziehen. Da alle mit scharfen Schnäbeln, manche außerdem an ihren Fangarmen mit Krallen bewaffnet sind und eine bedeutende Kraft mit ihren Fangarmen auszuüben vermögen, so können auch die minder großen Arten selbst Menschen gefährlich werden. Diese Thiere nennt man aber in der Wissenschaft schon lange nicht mehr Polypen; man hat vielmehr den betreffenden Namen auf eine ganz andere, viel niedrigere Klasse übertragen, welche aus kleinen, nur selten zu der Größe eines Fußes heranwachsenden Thierchen besteht, die völlig gefahrlos sind und höchstens durch ihre Fähigkeit zu nesseln dem Menschen lästig werden. Gegen eine große Anzahl dieser

Thierchen müssen sich die Menschen, wenigstens die Bewohner gewisser Gegenden, sogar zum lebhaftesten Danke verpflichtet fühlen, weil sie ohne dieselben gar nicht leben könnten. Warum? das soll der Leser bald erfahren.

Diese eigentlichen Polypen sind im Meere lebende Strahlthiere von sehr einfacher und unvollkommener Organisation, denn ihr an sich meist gallertartig weicher Körper, der in der Regel eine cylindrische Form hat, enthält zunächst blos einen Magen ohne Darm und After. Eine von einem einfachen, doppelten oder mehrfachen Kranze beweglicher und zusammenziehbarer Fühler umgebene Mundöffnung vermittelt allein den Verkehr mit der Außenwelt. Eine weite Oeffnung im Grunde des Magensackes führt in die allgemeine Körperhöhle, welche in der Peripherie durch eine bestimmte Anzahl von Falten oder Lamellen der Länge nach in Fächer abgetheilt ist. Wegen der regelmäßigen Stellung dieser Längslamellen zeigt der röhrige Polypenleib auf dem Querschnitt einen symmetrischen, strahlig-gekammerten Bau (s. Fig. 141, wo Abb. a ein einzelnes Polypenthier von Veretillum Cynomorium mit ausgebreitetem Fühlerkranze vergrößert und daneben ein Stück des Körpers im Querschnitt stärker vergrößert dargestellt ist. Unmittelbar unter dem Magen (Abb. a 1) ist der freie Rand der Längslamellen mit einem gekräuselten Drüsenschlauche versehen, neben welchem die Geschlechtsorgane in Form von einfachen Kapseln zur Entwicklung kommen. Die Eier oder die Jungen gelangen durch die oben erwähnte Oeffnung in den Magensack und werden hierauf durch den Mund ausgeworfen. Auf demselben Wege werden auch die unverdaut gebliebenen Reste der Nahrung, welche meist aus kleinen Seethierchen besteht, wieder aus dem Körper hinaus befördert, während die verdaute Nahrung mit Wasser vermischt (als Ernährungsflüssigkeit) in die große Körperhöhlung gelangt, gewöhnlich aber mehr als einem Thiere zugute kommt. Bei der Mehrzahl der Polypen erfolgt nämlich die Vermehrung der Individuen durch Knospen, die an den alten Thieren hervorkommen und zu neuen Individuen auswachsen, welche mit dem Mutterthiere in Verbindung bleiben. Durch Wiederholung dieses Vorganges entsteht nun im Laufe der Zeit aus einem einzigen Geschöpfe eine ganze Kolonie von Individuen, gewissermaßen ein lebendiger Stammbaum, dessen einzelne Glieder zweigartig unter sich zu einem gemeinschaftlichen Körper zusammenhängen. Eine solche Gemeinschaft pflegt man als Polypenstock zu bezeichnen. Bei genauer Untersuchung zeigt sich nun, daß die röhrenförmige Körperhöhle jedes einzelnen Polypen sich in das Innere des Polypenstockes fortsetzt und durch Ausläufer mit den benachbarten Polypen in Verbindung steht, sodaß man fast veranlaßt werden könnte, eine derartige Polypenkolonie als ein einziges Thier mit zahllosen Magen und Mundöffnungen zu betrachten. Jedenfalls haben die einzelnen Glieder der Kolonie eine gemeinschaftliche Ernährung, wie die einzelnen Organe eines Individuums, die ja auch durch dieselbe Blutflüssigkeit gespeist werden.



Fig. 141. Walzenkoralle (Veretillum).

Bei den meisten gesellig lebenden Polypen sondert der Körper Kalk (oder Hornsubstanz) aus, sodaß sich jeder Einzelpolyp mit einem Gehäuse (Zelle genannt)

umgiebt, in welches er den nicht verkalkten vorderen Theil mit den Fühlern vollständig zurückzuziehen vermag (s. Fig. 141, Abb. a., wo bei 2 eine solche Zelle dargestellt ist, in die sich der sie bewohnende Polyp zurückgezogen hat). Ja, nach und nach versteinert so zu sagen der ganze Polypenstock. Dergleichen Kalk absondernde Polypen werden Korallenthiere, ihre zuletzt steinharten und unverwesbaren Stöcke Korallenstöcke genannt. Wo diese Korallenstöcke von einer nur wenig festen Kalksubstanz gebildet sind, da wird die Achse derselben nicht selten noch von einem besonderen hornigen Gerüste durchzogen, dem das Kalkskelet rindenartig aufliegt.

Ein solcher Korallenstock besitzt bei manchen Arten ein fast unbegrenztes Wachsthum, indem ein Geschlecht auf dem andern fortbaut. Auf diese Weise können durch die Nachkommenschaft eines einzigen Korallenpolypen allmählich mächtige Riffe und Felsen gebildet werden, die durch und durch blos aus den Kalkgehäusen der abgestorbenen Generationen bestehen. Während der größte Theil eines solchen Korallenriffs eine todte Kalkmasse ist, kann der oberste, jüngste Theil noch von den lebenden Polypen derselben Art bewohnt sein. Nicht selten erreicht das Korallenriff eine Höhe von einigen hundert Metern und mehr und eine solche Ausdehnung, daß man es eine Insel nennen muß. Freilich gehört zu Bildung eines so ungeheuer großen Korallenstocks ein sehr langer Zeitraum. Fast alle kleineren von den zahllosen Inseln, welche durch den Großen oder Stillen Ozean zerstreut sind, desgleichen Hunderte und Tausende von Riffen, Eilanden und Inseln im Indischen und Chinesischen Meere, im Golf von Mexiko und anderwärts sind nichts Anderes, als die Bauwerke der Korallenpolypen.

Noch gegenwärtig entstehen solche Koralleninseln in den genannten Meeren, weshalb sich dort die Zahl der Inseln fort und fort, wenn auch langsam, vermehrt. Um die zahlreiche Bevölkerung jener fruchtbaren, mit dem herrlichsten Pflanzenwuchs bedeckten Inseln würde es sehr schlimm stehen, wenn die Korallenpolypen nicht den Grund und Boden, den sie bewohnen, gebaut hätten, denn abgesehen davon, daß es auf jenen Inseln begreiflicher Weise kein anderes Gestein, folglich auch kein anderes Baumaterial giebt, als die zu Stein gewordene Korallenmasse, müßten jene Insulaner auch vor Durst verschmachten, wenn ihre Inseln nicht aus Korallenmassen beständen.

Die Koralleninseln besitzen nämlich niemals Quellen; weil aber ihr Gestein aus poröser Korallenmasse besteht, so erleidet das hineindringende und hindurchfiltrirende Meerwasser einen natürlichen Destillationsprozeß, infolge dessen es trinkbar wird. Daher braucht man auf Koralleninseln blos Brunnen zu graben, um gutes und wohlschmeckendes Trinkwasser zu erhalten.

Der bekannteste Polyp ist die wegen ihrer prachtvoll rothen und dabei steinharten Skelete seit dem Alterthum hochgeschätzte Edelkoralle (Corallium rubrum), welche im Mittelländischen Meer vorkommt und seit alter Zeit vielfach zu Schmucksachen verarbeitet wird. Eine in Sammlungen sehr häufig vorkommende, auch als Verzierung von Nipptischen sehr beliebte Koralle ist ferner die Orgelkoralle (Tubipora musica), deren Korallenstock aus rothen cylindrischen Kalkröhren besteht, die wie Orgelpfeifen neben einander stehen und in Absätzen von horizontalen Kalkplatten durchsetzt und mittels derselben verbunden sind. Aus jeder Röhre ragt ein Polyp hervor. Fig. 142 zeigt bei 1 eine solche Orgelkoralle in halber natürlicher Größe, bei 2 ein Stück davon in natürlicher

Größe, bei 3, 4 und 5 einzelne Röhren und Polypen schwach vergrößert. Die Polypen sowol der Edel- als der Orgelkoralle besitzen einen achtstrahligen Fühlerkranz, während den meisten übrigen Korallen dagegen ein sechsstrahliger Bau — gewöhnlich allerdings in einem Multiplum — zu Grunde liegt. Danach zerfallen die Korallen und überhaupt die Polypen in zwei Gruppen: in achtstrahlige oder Alcyonaria und in sechs- (bezieh. zwölf- oder viel-) strahlige oder Zoantharia. Zu den letzteren gehören nicht blos die Riffbauenden Arten, sondern auch die einzeln lebenden größeren Polypenthiere, die Actinien oder Seeanemonen u. a., von denen bald weiter die Rede sein soll.

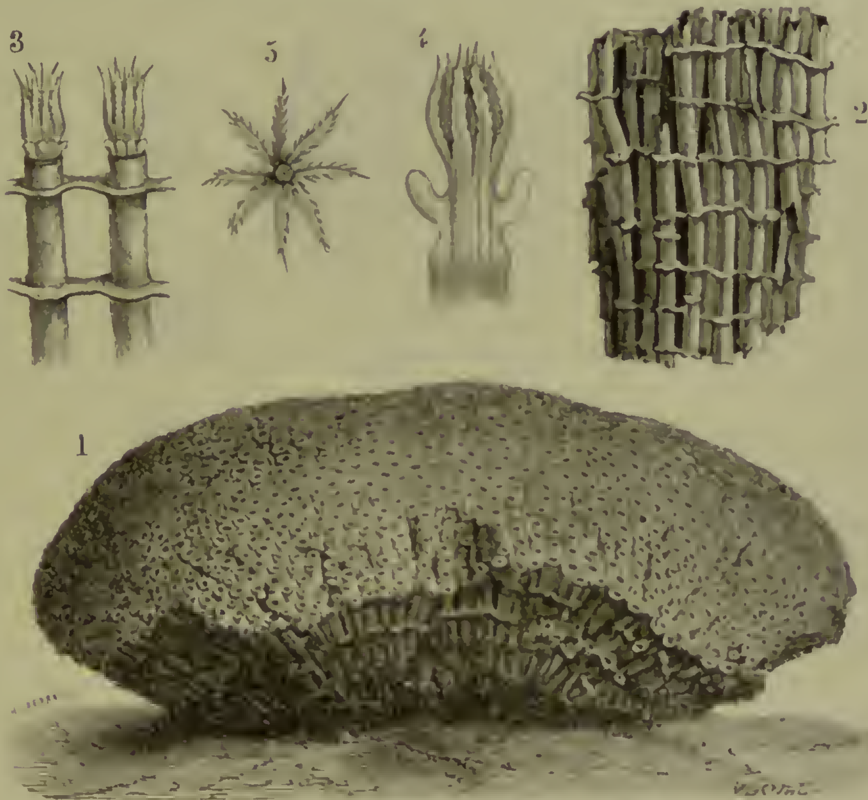


Fig. 142. Orgelkoralle (Tubipora musica).

Da alle Korallenstöcke aus Zellen bestehen, so sehen sie in Durchschnitten oft ungemein schön und zierlich aus. So Nr. 1 in der umstehenden Fig. 143, die den Durchschnitt eines Zweiges von Millepora bei schwacher Vergrößerung darstellt. Die sternförmige Zeichnung der einzelnen Zellen rührt von den oben (S. 221) beschriebenen Längsfalten her, welche den Innenraum der Polypen durchziehen und bei den sogenannten Stein- oder Riffkorallen von unten auf allmählich verkalken. Wo die Skeletbildung weniger fest ist, da findet man statt einer zusammenhängenden Kalkmasse in den Weichtheilen zahllose isolirte Kalkkörperchen von mikroskopischer Kleinheit, die dann in mehr oder minder regelmäßiger Anordnung, meist dicht gedrängt, neben einander liegen. In der Regel haben diese Gebilde eine spindel- oder nadelförmige Gestalt, wie die umstehenden Figuren (Fig. 143 Nr. 3—7) erkennen lassen. Dieselben sind bei starker Vergrößerung gezeichnet und gehören zu verschiedenen Rindenkorallen, d. h. solchen

Korallen, deren Stock von einer hornigen Säule durchzogen und äußerlich von einer lockeren Skeletrinde bedeckt ist, in der sich die Zellen der einzelnen Polypen befinden. Und zwar zeigt Nr. 4 Kalkschuppen oder Höcker von Isis Hippuris, deren Korallenstock einen baumartigen Wuchs hat, Nr. 5 dergleichen von Gorgonia elata, Nr. 7 von Gorgonia umbraculum. In Nr. 2 ist eine Gruppe nadelförmiger Kalkkörper aus der Seefeder (Pennatula) dargestellt, einem Polypen, der durch die Bildung und symmetrische Vertheilung seiner Zweige eine auffallende Aehnlichkeit mit einer Vogelfeder hat, auch nicht mit dem Wurzelende festsitzt, wie die übrigen Korallen, sondern lose im Stamme steckt.



Fig. 143. Innerer Bau der Korallen.

Obwol schon diese wenigen Beispiele zeigen, wie die Bildungsverhältnisse der Kalknadeln in mannichfaltiger Weise wechseln, so geben sie doch kaum annäherungsweise eine Vorstellung von dem Reichthum der Formen, der uns bei Vergleichung einer größeren Anzahl von Arten entgegentritt. Und nicht blos die Gestalt der Körperchen ist es, die solchen Wechsel zeigt, sondern auch die Größe und Färbung, sodaß vielfach schon die Untersuchung dieser dem bloßen Auge kaum sichtbaren Gebilde hinreicht, die Art zu erkennen, von der dieselben entnommen sind.

Aehnliche Kalkspindeln und Kalknadeln finden sich in größter Menge auch in dem knorpelig-fleischigen oder schwammigen Gewebe der sogenannten Korkkorallen (Alcyoniden), die eine besondere Gruppe unter den gesellig lebenden Polypen bilden. Ihr ebenfalls festsitzender Stock trägt an seiner Oberfläche viele offene Zellen, aus denen bei längerer Ruhe je ein zarter, an seinem Munde mit einem einfachen Kranze röhrenförmiger Fühler versehener Polyp hervorgestreckt wird.

Während bei den bis jetzt geschilderten, gesellig lebenden Polypen (den Korallenpolypen) die einzelnen Thiere immer nur klein sind, haben die einsam

lebenden Polypenthiere meist eine ansehnliche Größe. Dahin gehören manche Arten aus der Familie der Pilzkorallen und die Mehrzahl der Aktinien oder See-Anemonen. Die eigentlichen Pilzkorallen (die Arten der Gattung Fungia) haben einen nur in der Jugend angehefteten Stock von der Form eines Becher- oder Hutpilzes, welcher aus Kalk besteht. Von der trichterförmig vertieften Mitte des Stockes aus, wo sich der Mund des Thieres befindet, verlaufen viele an ihrem freien oberen Rande gezähnelte Kalkblätter strahlenförmig nach dem Rande. Während des Lebens sind diese Blätter von den Weichtheilen bedeckt, denen auf der Vorderfläche zahllose kurze, bewegliche und einziehbare Fühler aufsitzen. Die Aktinien oder See-Anemonen sind nackte Polypen, d. h. sie bilden kein Kalk- oder Hornskelet. Dafür aber besitzen diese — schon in der Einleitung zum ersten Abschnitte von mir erwähnten — Geschöpfe nicht blos die prachtvollsten Farben (purpurroth, azurblau, himmelblau, violett, blaugrün u. s. w.), sondern auch eine lederartig feste Körperwand, die unten gewöhnlich mit einer scheibenförmigen Fläche endigt. Man bezeichnet dieselbe als Fuß, weil die Thiere damit je nach Belieben sich festhalten oder langsam kriechen können. In der Mitte des obern Körperendes befindet sich der von vielen cylindrischen, hohlen, am Ende auch wol mit einer Oeffnung versehenen Fühlern umgebene Mund. Bei Berührung wird die Körperwand kapuzenartig über den Fühlern zusammengezogen, so daß die Thiere dann einen unförmlichen Zapfen oder Ballen bilden, der fest an den Klippen oder Steinen aufsitzt und nur gewaltsam mittels eines Messers losgetrennt werden kann. Mit ausgebreitetem Fühlerkranz gewähren dieselben dagegen einen äußerst zierlichen und schönen Anblick wie lebende Blumen (daher der Name „See-Anemonen"). Auf dem Titelbilde sind mehrere solcher Polypen in natürlicher Größe abgebildet, bei Nr. 5 zwei Exemplare der glockenförmigen Actinia rubra mit ausgebreitetem und eingezogenem Fühlerkranz, bei Nr. 6 Actinia Pellis von der Seite, bei Nr. 7 dasselbe Thier von oben gesehen. Durch die Einrichtung der Seewasseraquarien sind die Actinien auch auf dem Festlande zu den bekanntesten Repräsentanten der Polypen geworden.

Mit den eigentlichen Polypen nahe verwandt sind die sogenannten Quallenpolypen, deren Naturgeschichte erst durch die Forschungen der Neuzeit aufgeklärt worden ist.

Quallenpolypen nennt man gegenwärtig kleine polypenartige Thierchen von sehr einfachem Bau, welche durch eine eigenthümliche Art von Sprossung scheiben- oder glockenförmige, ganz anders und viel vollkommener organisirte Geschöpfe, die Quallen, erzeugen. Die letzteren erreichen eine zum Theil sehr bedeutende Größe, wie z. B. das in den europäischen Meeren vorkommende Rhizostoma Cuvieri, das gelegentlich gegen 30 Centim. im Durchmesser hat und bis an 20 Pfund wiegt, beim Trocknen aber bis auf ein Häufchen von wenigen Grammen zusammenschrumpft. Sie bilden die geschlechtliche Generation der Quallenpolypen, die ihrerseits gewissermaßen den Jugendzustand der Quallen in bleibender Form repräsentiren. Bei einer späteren Gelegenheit — s. Bandwürmer — werden wir auf diese eigenthümliche Fortpflanzungsform, die seit Steenstrup gewöhnlich als Generationswechsel aufgefaßt wird, näher zurückkommen.

Die Quallen leben sämmtlich im Meere, wo sie frei herumschwimmen. Sie haben eine scheiben- oder glockenförmige Gestalt und einen gallertartigen, gewöhnlich glashell durchsichtigen Körper, der übrigens oftmals mit schönen und

lebhaften Farben tingirt ist. Sehr viele leuchten des Nachts mit blendend hellem Phosphorglanz, und die meisten erregen, wenn man sie angreift, ein brennendes Jucken, das von mikroskopischen Fadenkapseln, den sogenannten Nesselorganen, herrührt, die in der Haut liegen und eine ätzende Flüssigkeit zu enthalten scheinen. Mit Hülfe dieser Organe (Fig. 147, 6) überwältigen die Quallen (und Polypen) ihre Beute, die meist aus ziemlich großen und muskelkräftigen Thieren besteht. Im Mittelpunkt der untern, meist konkaven Körperfläche befindet sich die Mundöffnung, die von vier mehr oder minder langen armartigen Lippen umgeben ist oder von einem rüsselartig herabhängenden Stiele getragen wird. Dieselbe führt zunächst in einen Magen, der die Mitte der Körperscheibe oder des Innenraums des Stieles einnimmt und eine bald größere, bald auch geringere Anzahl radiärer Kanäle (mindestens 4) hervorkommen läßt, die, den peripherischen Taschen in dem Leibesraume der Polypen entsprechend, nach dem Körperrande hinziehen und hier gewöhnlich durch ein Ringgefäß vereinigt sind. Zum Ergreifen der Beute dienen Fangfäden, die in regelmäßiger Gruppirung, aber wechselnder Zahl und Länge, dem Scheibenrande aufsitzen. Vergl. hierzu die Abbildung 2 in Fig 147, die eine den Zoologen als Sarsia bekannte Qualle darstellt.

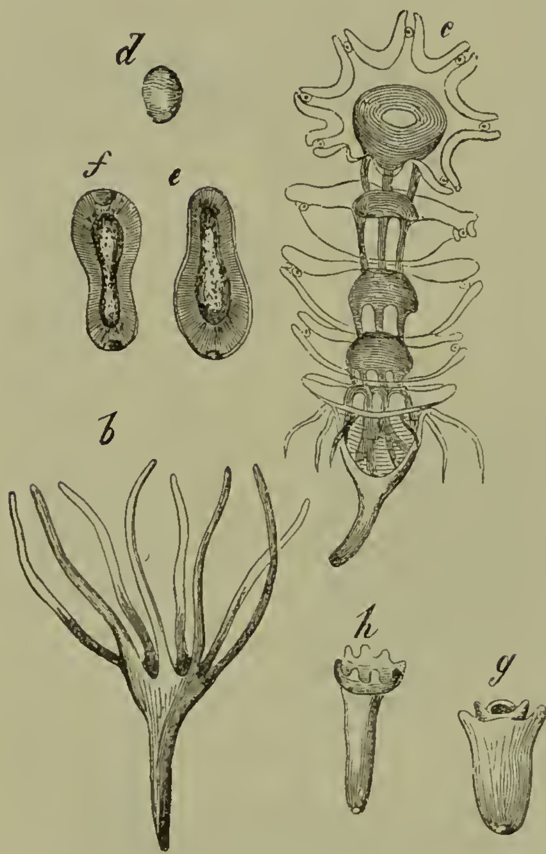


Fig. 144. Entwicklung der Ohrenqualle.

Zur Erläuterung der merkwürdigen Entwicklungsgeschichte wähle ich eine der gemeinsten und häufigsten Quallen der Nord- und Ostsee, die Ohrenqualle (Medusa aurita). Diese bildet im ausgewachsenen Zustande eine 15 Centim. im Durchmesser haltende Halbkugel von milchweißer Farbe und wird durch einen sehr kleinen nackten, festsitzenden Polypen jener Meere, der mit andern verwandten Formen bisher die Gattung der Armpolypen (Hydra) bildete und den Namen Hydra tuba führte, erzeugt. Es wächst nämlich aus dem becherförmigen Körper des Polypen, dessen freier Rand, wie bei allen Armpolypen, mit acht langen einziehbaren Fühlern oder Fangarmen besetzt ist (s. Fig. 144, Abb. b, welche ein ausgebildetes Exemplar der H. tuba vergrößert darstellt), eine wie eine Untertasse gestaltete Scheibe hervor, in welcher sich bald eine Magenhöhle entwickelt, die durch Zweige mit der Körperhöhle des Polypen in Verbindung steht. Indem letzterer fort und fort neue Scheiben erzeugt und diese eine Zeit lang durch die Verzweigungen ihres Magens in Verbindung bleiben, bildet sich nach und nach ein zapfenartiger Körper, der aus über einander gesetzten, tassen-

artigen Scheiben besteht (Fig. 144, Abb. c, wo unten noch der die Scheiben erzeugende Polyp zu sehen ist). Zuletzt lösen sich diese Scheiben (die „Quallenknospen") von selbst los, zu einer Zeit, in der sie erst 1/2 Centim. breit zu sein pflegen. Sie schwimmen fort und bilden sich dann nach und nach zu geschlechtsreifen Ohrenquallen um. Diese nun bringen Eier hervor (Fig. 144, Abb. d, stark vergrößert), aus denen ein infusorienartiges Wesen (e) ausschlüpft, welches nach einer kurzen Schwärmzeit sich mit dem einen Körperende festsetzt und durch Entwicklung von Fangarmen (g, h) allmählich zu dem oben geschilderten Armpolypen auswächst. Bevor dieser übrigens die Quallenbrut hervorbringt, pflegt er in der Nähe der Anheftungsstelle eine Anzahl von Knospen zu bilden, die sich wiederum zu Armpolypen entwickeln, nach erlangter Reife aber von ihrem Mutterthiere sich abtrennen und dann ein isolirtes Leben führen.



Fig. 145. Der gemeine Armpolyp (Hydra viridis).

Diese letztere Art der Prolifikation beobachtet man auch bei dem Armpolypen unserer Teiche, dem einzigen einheimischen Repräsentanten der sonst nur im Meere vorkommenden Gruppe der Coelenteraten, der übrigens trotz aller Formähnlichkeit mit der Hydra tuba in anderer Hinsicht nicht unbeträchtlich von derselben abweicht.

Will der Leser unsere Süßwasserpolypen kennen lernen, so schöpfe er aus einem mit sogenanntem Entengrün (Wasserlinsen) bedeckten Teiche ein Glas Wasser nebst einer Partie solcher Teichlinsen. Er wird dann vielleicht an der untern Fläche jener Pflänzchen kleine, schön grün gefärbte, pinselförmige Körperchen bemerken, deren Wimpern sich nicht selten bewegen. Dieses kleine Geschöpfchen ist der gemeine Armpolyp (Hydra viridis), den man in Fig. 145 stark vergrößert in zweierlei Zuständen abgebildet sieht. Abb. 1 stellt ein ausgewachsenes Exemplar, Fig. 2 einen aus drei Individuen bestehenden Polypenstock dar, der durch zweimalige Knospung aus dem ursprünglich einfachen Mutterthiere sich entwickelt hat, aber nur von vorübergehendem Bestande ist, indem die Knospensprößlinge nach einiger Zeit sich ablösen. Eine Quallenbrut wird von den Süßwasserpolypen niemals hervorgebracht. Dafür aber erzeugen unsere Thiere

zu gewissen Zeiten unterhalb der Fangfäden einige warzenförmige Auftreibungen, die je ein hartschaliges Ei oder einen Haufen von Samenfäden in sich entwickeln und dadurch eine geschlechtliche Fortpflanzung ermöglichen. Man fühlt sich vielleicht geneigt, diese Auftreibungen als Geschlechtsorgane (Eierstöcke und Hoden) zu betrachten, allein die Fortpflanzungsgeschichte der ihnen verwandten Formen macht es wahrscheinlich, daß dieselben als die Vertreter der sonst unter Quallenform sich abtrennenden Sprößlinge, als Geschlechtsknospen, zu deuten sein dürften.



Fig. 146. Quallenpolypen.

Um diese Deutung plausibel zu machen, müssen wir zunächst hervorheben, daß die Quallen nicht in allen Fällen an der Mundfläche ihrer polypoiden Jugendformen hervorknospen, sondern gewöhnlich an der Seitenwand der Köpfchen. So ist es besonders bei den kleinern Quallen, den sogenannten Ozeaniden und Thaumantiaden, deren Jugendzustände auch beständig bleibende Kolonien bilden und oftmals zu Bäumchen von ziemlicher Höhe heranwachsen. Von hornigen Scheiden mehr oder minder vollständig umschlossen, haben diese letzteren durch die Mannichfaltigkeit und Zierlichkeit ihrer Gestaltung schon seit lange die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Anfangs galten dieselben als Pflanzen. Aber auch nach der Feststellung ihrer thierischen Natur wurden sie nicht gleich als Quallenpolypen erkannt, sondern lange Zeit hindurch als selbstständige Formen betrachtet und unter dem Namen Coryne, Tubularia, Campanularia, Sertularia u. s. w. dem zoologischen Systeme einverleibt. Zwei derartige Formen sind unter Nr. 3 und 4 auf dem Titelkupfer — allerdings nur als einzelne Zweige — abgebildet, Nr. 3 ein Röhrenpolyp (Tubularia), mit einer

Hornröhre, die das mit doppeltem, freilich sehr ungleich entwickeltem Tentakelkranze versehene Köpfchen frei läßt, in Nr. 4 aber ein Glockenpolyp (Campanularia), dessen Köpfchen becherartig von einer Fortsetzung der Hornröhre umschlossen ist. Zu dem gleichen Geschlechte gehört auch der Glockenpolyp in Fig. 2 der gegenüberstehenden Abbildung 146, dessen Stamm auf einem andern polypenartigen Thiere, einer Mooskoralle (Anguinaria spathulata) stolonenartig hintriecht.

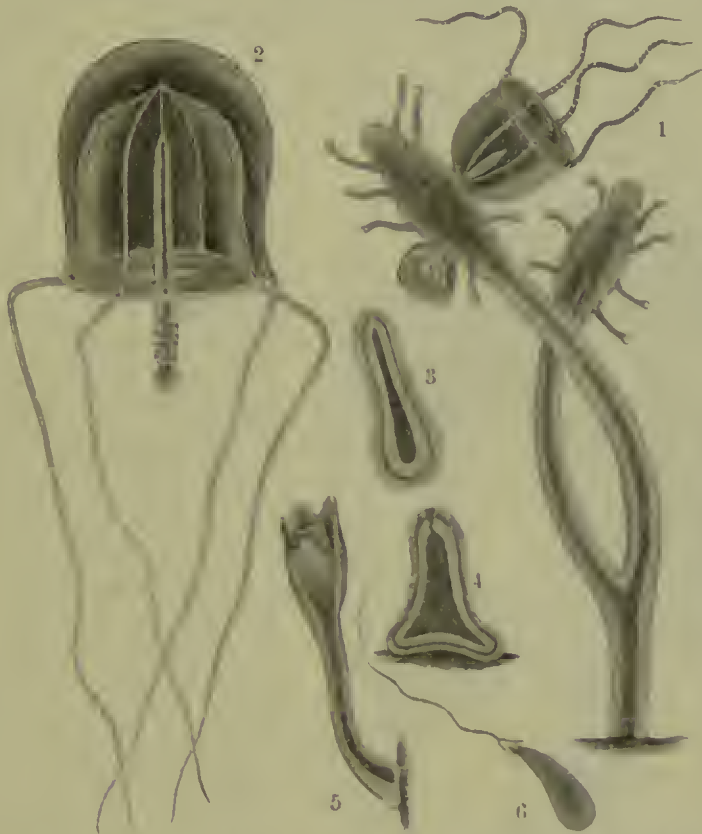


Fig. 147. Entwicklungsgeschichte einer Sarsia. 1. Kreuzung an einer Coryne. 2. Geschlechtsreifes Thier. 3. Flimmernder freischwimmender Embryo. 4. u. 5. Auswachsen desselben zu einem Keulenpolypen. 6. Nesselkapsel mit ausgestülptem Faden.

Die Fig. 3 stellt einen Kreuzpolypen (Stauridium) dar, welcher den fast gänzlich nackten Keulenpolypen oder Coryniden zugehört. Der Stamm ist auf einer Alge befestigt und trägt lange Zweige, die je in ein keulenförmiges Köpfchen auslaufen, welches an seiner Basis sowol, wie im Umkreis der Mundöffnung einen Kranz von je vier übers Kreuz gestellten Fühlern trägt, deren Enden (Fig. 4) durch die in sie eingelagerten Nesselorgane eine knopfförmige Verdickung zeigen. Die zierlichsten Formen dieser Gruppe sind übrigens die baum- oder federförmigen sogenannten Sertulariaden, deren Bau durch Fig. 146, 2 versinnlicht wird. Die in diesem Falle federförmig zusammengruppirten Aestchen tragen je eine Reihe spezifisch geformter Becher oder Zellen, die während des Lebens von kleinen mit Fangarmen versehenen hydraartigen Polypen bewohnt sind.

Obwol nun diese Thiere unter der hier beschriebenen Form zeitlebens persistiren, sind dieselben doch, wie erwähnt, nur als Jugendzustände zu betrachten.

Zu bestimmten Zeiten entwickeln dieselben — wie das beistehend in Fig. 147 von einem Keulenpolypen (Coryne) dargestellt ist, durch Knospung eine Brut von Quallen, die früher oder später geschlechtsreif wird und dann ihrerseits wieder durch befruchtete Eier und schwimmende Embryonen eine neue Generation von Hydroiden hervorbringt. In vielen Fällen fällt die Geschlechtsreife dieser Quallen — so z. B. bei der von Coryne erzeugten sogenannten Sarsia — in eine Zeit, in der dieselben schon seit lange von ihrem Mutterthiere abgetrennt sind und nicht unbeträchtlich an Größe zugenommen haben. Bei andern Arten werden die Quallen aber schon an ihrer Bildungsstätte geschlechtsreif, und bei wiederum andern tritt überhaupt keine Ablösung von dem Polypen ein, an dem sie durch Knospung entstanden sind. Je nachdem sich nun aber das Schicksal dieser Quallen so oder anders gestaltet, zeigt auch der Bau derselben gewisse Unterschiede. Wo die Geschlechtsreife in die Zeit des freien Lebens fällt, sind die betreffenden Thiere natürlich mit allen Attributen eines selbständigen Organismus und namentlich auch mit vollständigen Bewegungs- und Ernährungsorganen ausgestattet. Es sind in diesem Falle wie Fig. 149 zeigt, vollständige Scheibenquallen, welche die Polypen erzeugen. Im andern Falle aber fehlt nicht blos der Mund und Fangapparat, es verkleinert sich auch der glockenförmige Mantel, der durch seine rhytmischen Zusammenziehungen die Schwimmbewegung vermittelt, allmählich in einem solchen Grade, daß er schließlich nur noch eine Umhüllung der im Innern entwickelten Geschlechtsstoffe darstellt.



Fig. 148. Tubularia coronata, mit sessilen Geschlechtsthieren.

Die vollständig sessilen Geschlechtsthiere haben auf den ersten Blick kaum noch irgend eine Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Quallen. Sie erscheinen (Fig. 148) als kuglige Auftreibungen, die ein Ei oder ein Bündel von Samenfäden in sich einschließen, wie die sogenannten Geschlechtsorgane unseres Süßwasserpolypen. Trotzdem aber kann über die wahre Natur derselben kein Zweifel sein, nicht blos, weil sie durch eine vollständige Reihe von Zwischenformen allmählich in die Zustände der freien Quallen überführen, sondern auch deshalb, weil alle diese verschiedenen Formen der Geschlechtsthiere einander vielfach vertreten. Die oben erwähnten Familien enthalten nämlich Arten mit sessilen und solche mit freien Geschlechtsthieren. Es sind oftmals sogar die nächsten Verwandten, die in dieser Beziehung abweichen, so daß die bloße Kenntniß

der polypoiden Form noch nirgends einen sichern Rückschluß auf die Beschaffenheit der zugehörigen Geschlechtsthiere gestattet.

Zu diesen Formen mit bald freien, bald auch sessilen Geschlechtsthieren gehört u. a. das Geschlecht Tubularia, von dem wir in Fig. 148 und 149 zwei Arten mit ihren Knospensprößlingen haben abbilden lassen. Obwol die Polypenköpfchen mit ihrem doppelten Tentakelkranze sonst einander sehr ähnlich sind, erscheinen die Geschlechtsknospen beide Male unter sehr abweichender Form. Bei der einen (Fig. 149) werden dieselben zu glockenförmigen Quallen, die erst nach der Abtrennung von dem Mutterthiere ihre volle Größe und Geschlechtsreife bekommen, während sie bei der andern (Fig. 148) auf früher Entwicklungsstufe stehen bleiben und als einfache Bläschen geschlechtsreif werden, ohne jemals von ihrer Bildungsstätte sich zu lösen.



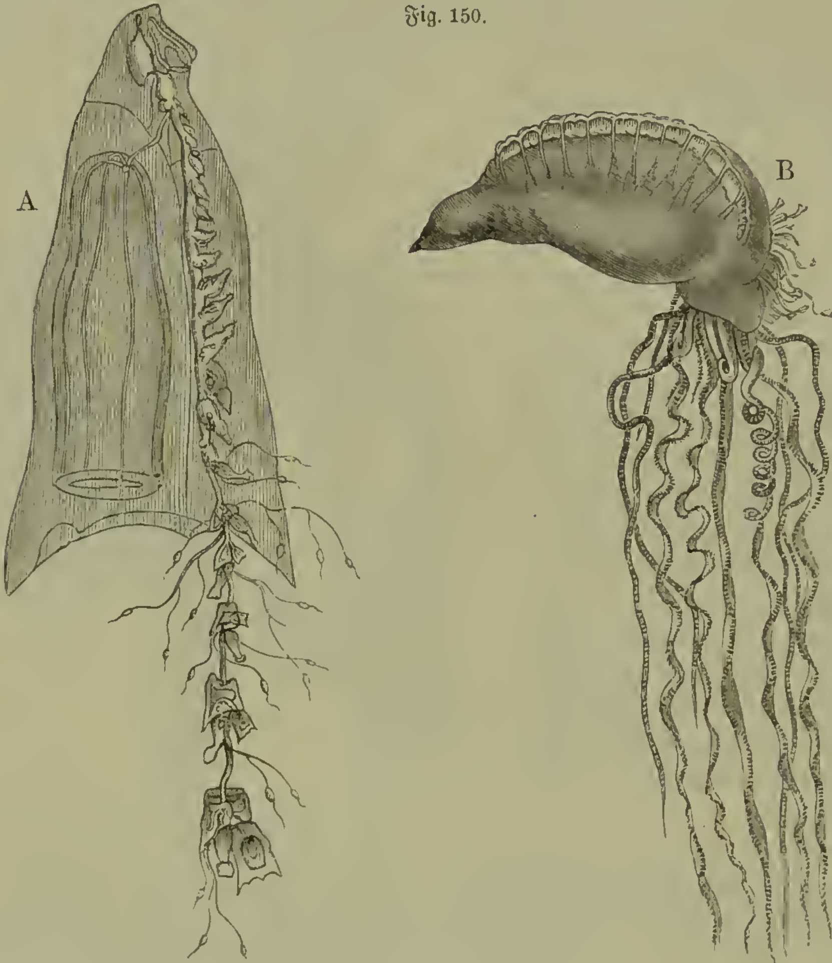
Fig. 149. Tubularia prolifera, mit Quallenbrut.

Bei manchen Arten dieser Quallenpolypen vertheilt sich übrigens die Lebens- und Entwicklungsgeschichte über eine noch größere Anzahl von Individuenformen. Neben den polypoiden Nährthieren und den medusoiden Geschlechtsthieren giebt es dann zunächst noch eine dritte Form von Individuen (besonders bei den Campanularien und Sertularien), die, mund- und tentakellos, wie die sessilen Geschlechtsthiere, sonst aber von einer mehr polypoiden Bildung, ausschließlich die Funktion der Knospung haben und die (früher von den polypoiden Nährthieren erzeugten) freien oder festsitzenden Quallen hervorbringen.

So lange man den Begriff des Individuums ausschließlich auf die Lebensverhältnisse der höheren Thiere stützte, mußte sich eine Erscheinung, wie die hier vorliegende, der wissenschaftlichen Deutung entziehen. Sie wurde uns erst mit der Erkenntniß, daß auch das „Individuum“ eine nur bedingte Einheit darstellt, die keineswegs eine mehr oder minder einseitige Leistung ausschließt und solche namentlich in jenen Fällen gestattet, in denen die Einzelwesen zur Bildung einer größern Gemeinschaft unter sich zusammentreten. Je inniger diese Gemeinschaft wird, desto weiter und vollständiger können auch die Einzelleistungen der Individuen aus einander gehen, ohne daß dabei — unter der Voraussetzung gegenseitiger Ergänzung — die Interessen der Gesammtheit leiden. Die Geschichte der Thierwelt lehrt uns so, wie natürlich und wohlberechtigt es ist, daß die Association, wie wir das auf dem Gebiete des volkswirthschaftlichen Lebens täglich konstatiren können, alsbald auch zu der Einrichtung einer Arbeitstheilung hinführt. Am vollständigsten ist dieses Prinzip der Arbeitstheilung bei einer Gruppe von Quallenpolypen durchgeführt, die aus Thierstöcken besteht, welche nicht mehr

pflanzenartig festsitzen, sondern frei im Wasser umherschwimmen und deshalb denn auch des schützenden Hornskeletes entbehren. Der Zoologe pflegt diese Thiere, die übrigens erst in der neuern Zeit (besonders durch Professor Leuckart's Untersuchungen) näher bekannt geworden sind, als Röhrenquallen oder Siphonophoren zu bezeichnen. Es sind äußerst zarte und durchsichtige, oft guirlanden- oder tannenzapfenartige Bildungen, mit einem cylindrischen, bisweilen fußlangen Stamme, dem zahlreiche Anhänge von wechselnder Form und Gruppirung aufsitzen.

Fig. 150.



A Abyla pentagona. B Physalia Arethusa (mit Senkfäden und Ernährungsthieren).

Das eine Ende, das dem Wurzelende der festsitzenden Röhrenquallen entspricht, hier aber von einer darin eingelagerten mehr oder minder großen Luftblase oder einer Fettkugel, wie von einem Schwimmer, getragen, nach oben gekehrt ist, sitzt zunächst eine Gruppe von glockenförmigen Körpern, die, ganz nach Art der gewöhnlichen Quallen gebaut, nur ohne Mund und Tentakel, durch ihre rhytmischen Zusammenziehungen die Ortsbewegung vermitteln. Bei den kleineren Arten, den sog. Diphyiden — denen auch die in Fig. 150 abgebildete Abyla zugehört — beträgt die Zahl der Lokomotiven nur zwei. Sie stehen thurmartig übereinander, sind aber nach verschiedenen Seiten gewendet, so daß sie das Ende des Stammes zwischen sich nehmen. Anderegrößere Arten tragen an Stelle dieser zwei (bei Abyla übrigens

sehr ungleich entwickelten) Glocken einen mehr oder minder ansehnlichen Schwimmkegel, in dessen Bildung gelegentlich viele Dutzende von Lokomotiven eingehen. Die Ernährung der Kolonie wird durch rüssel- oder trompetenartige Anhänge vermittelt, die in regelmäßigen Abständen aufeinander folgen und den Polypen entsprechen, während die geschlechtliche Fortpflanzung an Gebilde übertragen ist, die durch ihre medusoide Form mehr oder minder an die Lokomotiven erinnern und bisweilen auch, wie wir das schon bei Gelegenheit der festsitzenden Hydrapolypen kennen gelernt haben, als selbständige Glockenquallen sich ablösen. Außerdem trägt der Stamm gewöhnlich noch lange und verästelte, mit förmlichen Nesselbatterien (Nesselknöpfen) ausgestattete Senkfäden, welche die Nahrung ergreifen und zu Munde führen, so wie schild- oder helmartige feste Blätter, unter denen die übrigen Anhänge mehr oder minder vollständig sich bergen können. In der Zahl und Gruppirung der Anhänge herrschen mancherlei Verschiedenheiten, so daß auch in dieser Beziehung die Verhältnisse der Diphyiden keineswegs als allgemein giltig betrachtet werden dürfen. Statt der in spärlicher Menge bei den letztern vorhandenen Gruppen tragen namentlich die größeren Formen an ihrem Stamme eine reiche Fülle dichtgedrängter Anhänge. In solchen Fällen zeigt auch die Form und Verwendung der einzelnen Theile nicht selten eine noch größere Mannichfaltigkeit, als das bisher erwähnt ist. Daneben existiren freilich auch andere, denen gewisse mehr nebensächliche Anhänge, wie z. B. die schützenden Blätter oder auch die Lokomotiven, abgehen. So ist es namentlich bei einer der bekanntesten Siphonophoren, der sogenannten Fregatte (Physalia Arethusa Fig. 150 B), die dafür aber eine so mächtige Luftblase trägt, daß der obere Theil des Stammes aus dem Wasser hervortaucht und segelartig von dem Winde angeblasen werden kann.

Man trifft diese Thiere nicht selten in förmlichen Flotillen im Ozean zu Millionen neben einander, in den prächtigsten Farben schillernd, so daß sie selbst Denjenigen auffallen, die sonst den Erscheinungen der Thierwelt nur wenig Aufmerksamkeit zu schenken pflegen. Vor einer unvorsichtigen Berührung muß man sich freilich hüten: die viele Fuße (20—30) langen Senkfäden der Fregatte tragen so gewaltige Massen von Brennkapseln, daß sie die furchtbarsten Schmerzen zu erregen im Stande sind. Wir kennen Fälle, in denen die kräftigsten Menschen (Matrosen), von den Senkfäden umschlungen, unter Konvulsionen zusammenstürzten.

Mag die Bildung der Anhänge bei den Siphonophoren nun aber noch so verschieden sein, so sind sie doch sämmtlich bei ihrer ersten Anlage von genau dergleichen Beschaffenheit. Sie entstehen durch Knospung an dem zunächst in einfacher Form aus dem Ei hervorkommenden polypenartigen Individuum, das dabei zu dem Stamme wird, und erscheinen somit als Glieder eines Thierstockes, wie die einzelnen Anhänge einer Hydromedusenkolonie, denen sie auch insofern sich anschließen, als es bald die Bildung der Hydroiden, bald die der Medusoiden ist, die ihnen zu Grunde liegt. Allerdings sind nur die Nährthiere mit einem Munde versehen und dadurch zu einer selbständigen Existenz befähigt, allein die übrigen Individuenformen sind bei der dem gesammten Stocke zugute kommenden Gemeinschaft der Ernährung der Nothwendigkeit enthoben, selbst für ihre materiellen Bedürfnisse zu sorgen, dafür aber sind sie in den Stand gesetzt, mit gleicher Ausschließlichkeit andern Funktionen des Gesammtlebens sich zu widmen.

Durch die strenge Durchführung dieses Prinzips wurde der gesammte Stock wieder zu einem einheitlichen Ganzen, das sich dem zusammengesetzten Organismus eines höhern Thieres vergleichen läßt und nur durch den relativen (individuellen) Werth seiner einzelnen Glieder davon verschieden ist, — das mit andern Worten keinen einfachen Thierkörper mit Organen darstellt, sondern einen Thierstaat, in dem ein jedes Individuum nach Art der Organe in besonderer Weise an der Lebensarbeit Theil nimmt.

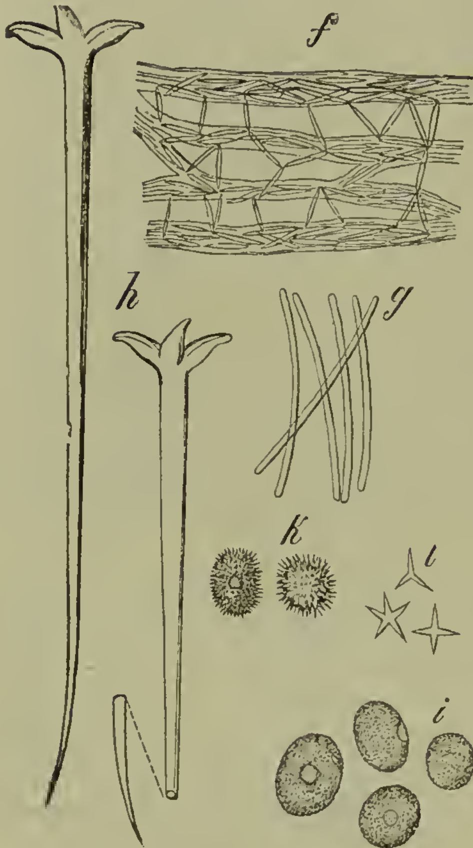


Fig. 151. Hartgebilde von Spongien.

Außer den Quallenpolypen und den echten Polypen gehören übrigens auch die Schwämme (oder Poriferen) zu der Gruppe der Hohlthiere. Nur sind dieselben weit unvollkommener organisirt und von so geringer Beweglichkeit, daß man ihre thierische Natur erst in neuester Zeit erkannt hat. Bis dahin galten sie als pflanzliche Gebilde, für die sie auch um so leichter gehalten werden konnten, als sie beständig auf fremden Gegenständen aufsitzen und diese nicht selten vollständig inkrustiren.

Die Grundform der Schwämme ist, wie die der übrigen Hohlthiere, die Form eines hinten blind geschlossenen Cylinders, der übrigens auch hier gewöhnlich mit zahlreichen andern zu einem gemeinschaftlichen Körper (einem Thierstocke) zusammenhängt. Tentakel oder sonstige Greifwerkzeuge fehlen; die Schwämme ernähren sich nicht von größeren Organismen, sondern von mikroskopischen Objekten, die durch besondere kleine Oeffnungen an den freien Flächen des Körpers aufgenommen werden. Diese Poren führen durch enge, an bestimmten Stellen meist kammerartig erweiterte Kanäle in den Centralraum des cylindrischen Körpers, der vorn, wo bei den verwandten Thieren der — bekanntlich auch zugleich zur Entleerung dienende — Mund gelegen ist, durch eine weite Oeffnung (Osculum) nach außen ausmündet. Durch Hülfe mikroskopischer sogenannter Flimmerhaare, welche den Wänden dieser Kanäle und namentlich den Erweiterungen derselben (den Flimmerkammern) aufsitzen, wird nun während des Lebens ein beständiger Wasserstrom durch die Poren aufgenommen — daher die Bezeichnung Wasserporen — und durch den Körper hindurchgeführt, so daß dasselbe aus den Osculis, die gewöhnlich schon dem bloßen Auge sichtbar sind, in einem starken Strome hervortritt, wie man das deutlich sehen kann, wenn man die Thiere aus einer (mit Carmin oder Indigo) gefärbten Flüssigkeit in reines Wasser überträgt. Die in dem durchströmenden Wasser enthaltenen organischen Partikelchen nun

sind es, welche unsere Thiere ernähren, indem sie von den benachbarten Zellen ganz nach Amoebenart (S. 56) aufgenommen und verdaut werden.

Nur in den seltensten Fällen ist übrigens der Körper der Schwämme von einer weichen gallert- oder gummiartigen Beschaffenheit. Bei den bei weitem meisten Arten ist vielmehr die Körperwand von einem Skelete durchsetzt, das bald aus einer hornartigen Substanz besteht, bald auch von Kieselnadeln oder Kalk gebildet ist und uns berechtigt, von Horn-, Kiesel- und Kalkschwämmen zu sprechen. Zu den ersteren gehören u. a. die sogenannten Wasch- oder Badeschwämme (Spongia), deren verzweigte Hornfasern zu einer gemeinschaftlichen Masse zusammenhängen, die wegen ihrer Elastizität und Weichheit eine vielfache technische Verwendung zuläßt und deshalb einen viel gesuchten Handelsartikel abgiebt. Bei näherer Betrachtung kann man sogar an dieser Fasermasse noch deutlich nicht blos die Gesammtform des Schwammkörpers, sondern auch die Zahl und Lage der Oscula, so wie die Anordnung des innern Kanalsystemes nachweisen. Auch unter den Kieselschwämmen giebt es manche, deren Skelet eine zusammenhängende Masse darstellen, wie die erst in neuester Zeit naher bekannt gewordenen sogenannten Glaskorallen, die zum Theil (Euplectella) eine förmliche Filigranarbeit darstellen und zu den feinsten Produkten des Thierreiches gehören.





Fig. 152 Spongien.

In der Regel erscheinen übrigens die Kiesel- und Kalkmassen des Schwammskelets unter der Form von isolirten Körperchen, die bald völlig frei nebeneinander liegen, bald auch durch hornige Fäden zu regelmäßigen Zügen oder Strängen vereinigt sind. Das letzte z. B. bei den in unsern Teichen lebenden Süßwasserschwämmen (Spongilla fluviatilis), die oftmals massenhaft die Wurzeln und Steine überziehen und getrocknet an manchen Orten als wirksames Volksmittel gegen rheumatische Affektionen Verwendung finden. Die mikroskopischen Kieselnadeln werden dabei durch Reiben so tief in die Haut eingetrieben, daß sie einen mehrtägigen intensiven Reizzustand zur Folge haben. Aehnliche Kieselnadeln finden sich auch bei Seeschwämmen, doch ist die Form und Größe der betreffenden Körperchen so wechselnd, daß man oftmals schon im Stande ist, danach die einzelnen Arten zu unterscheiden. So sind in Fig. 151 bei f und g zwei Formen solcher Nadeln (bei f zu Zügen vereinigt) abgebildet, bei f von einer Halichondria bei g von Geodia. In gewissen Fällen kommen auch Sterne (l) und Sternkugeln (k) u. s. w. oft von der zierlichsten Bildung neben den Nadeln vor. In Wirklichkeit ist übrigens der Formenreichthum dieser Skeletstücke ungleich größer, als diese wenigen Abbildungen vermuthen lassen; und das um so mehr, als bei den einzelnen Arten nicht immer blos eine einzige Form gefunden wird, sondern deren mehrere und mitunter sogar sehr zahlreiche. Dies wird begreiflich, wenn wir berücksichtigen, daß die Skeletstücke nicht blos zur Stütze, sondern vielfach auch zur

Befestigung und zum Schutze dienen und diese ihre Funktionen unter den verschiedensten Verhältnissen zu erfüllen haben. Auf diese Weise erklärt es sich auch, daß die Nadeln nicht selten — besonders im Umkreis der Oscula oder an der Befestigungsstelle — frei aus der Oberfläche des Schwammkörpers hervorragen und auch im Innern des Gewebes sehr regelmäßig angeordnet sind, wie das aus den nachstehenden Figuren hervorgeht. Die eine derselben (Abb. 153) stellt den halben Querschnitt eines — solitär lebenden — Kalkschwammes (Sycilla) dar.



Fig. 153. Skelet von Sycilla.

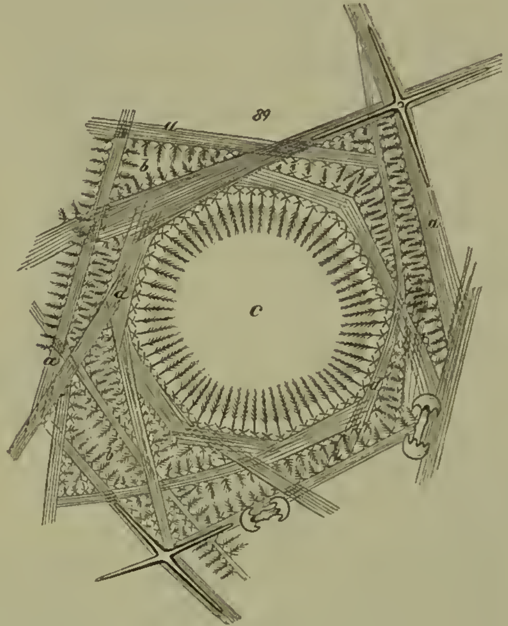


Fig. 154. Skelet von Euplectella.

Seine Körperwand ist von drei- und vierschenkligen Kalksternen durchsetzt, die je nach den Verhältnissen eine verschiedene Größe und Ausbildung besitzen und der Art angeordnet sind, daß die Flächen und Höhlen (Innenraum und radiäre, von den Poren ausgehende Flimmerkanäle) in passendster Weise davon umgeben werden, während die zweite (Abb. 154) einen Querschnitt durch das Osculum eines Glasschwammes (Euplectella Sieboldii) entnommen ist, das von Kieselgebilden der manichfaltigsten Art umgeben ist. Besonders auffallend durch die Zierlichkeit ihrer Form sind die tannenbaumartig gestalteten Sterne, welche in die Hohlräume hineinragen, und die als Amphidisken bezeichneten Doppelanker. Das Geschlecht Euplectella gehört übrigens zu denjenigen Schwammformen, deren Kieselkörper eine außerordentliche Polymorphie zeigen, und theilweise zu einer beträchtlichen Größe heranwachsen. Das Letztere gilt namentlich von den zur Befestigung dienenden Wurzelnadeln, die bei Hyalonema zu einem fußlangen Schopfe zusammengedreht sind, der in Japan, an dessen Küsten die sogenannten Glaskorallen häufig sind, nach Art eines Federschmuckes von den Reichen getragen wird. Die Form und Größe dieser Wurzelnadeln ist so ungewöhnlich, daß man dieselben eine Zeit lang für künstliche Fabrikate hielt, obwol die mikroskopische Untersuchung leicht den Irrthum hätte nachweisen können, denn die Nadeln sind, wie sämmtliche Kieselkörper der Schwämme, in der Achse von einem dünnen

Kanäle durchzogen, dessen Anwesenheit vermuthlich mit der bisher nur unvollkommen erkannten Entwicklungsgeschichte der betreffenden Gebilde zusammenhängt.

In i auf Fig. 151 sind eine Anzahl sogenannter Gemmulae abgebildet, wie sie bei unsern Spongillen und andern Schwämmen im Herbste durch Einkapselung der Schwammsubstanz zwischen den Skeletstücken entstehen, hohle mit lebendiger Substanz gefüllte Kugeln, welche die Rolle von Fortpflanzungskörpern spielen und im Frühjahre neue Schwämme aus sich hervorgehen lassen. Außerdem besitzen die Schwämme übrigens noch eine geschlechtliche Fortpflanzung, die durch Eier vermittelt wird, aus denen zunächst, wie bei der Mehrzahl der übrigen Coelenteraten, ein infusorienartiger Embryo wird, der durch Hülfe von Flimmerhaaren umherschwimmt und erst nach einiger Zeit sein freies Leben mit einer bleibenden Ansiedlung vertauscht.


Fig. 155. Plumatella repens.

In früherer Zeit rechnete man auch wol die Mooskorallen oder Moosthierchen (Bryozoa) zu den Polypen, kleine Thierchen von überaus zierlichem Bau, welche theils im Meere, theils in süßen Gewässern vorkommen, sich von den eigentlichen Polypen und Quallenpolypen aber durch die viel vollkommnere Organisation ihres zarten Leibes unterscheiden. Alle Moosthiere besitzen nämlich nicht allein einen Mund und Magen, sondern einen von diesem ausgehenden gewundenen Darmkanal, welcher sich wieder zum Mund emporkrümmt und unmittelbar neben demselben mit einem After endet. An der Mundöffnung sind, wie bei den echten Polypen, Fühler oder Fangarme angebracht, diese aber stets sehr zierlich gewimpert. Dieselben umgeben in der Regel den Mund in Form eines Kranzes, wie bei den Polypen (s. das Titelkupfer, wo unter Nr. 1 und 2 zwei Mooskorallen des Meeres stark vergrößert abgebildet sind, bei 1 Bowerbankia densa, bei 2 Eschara cervicornis); indessen giebt es auch Fälle, in denen dieselben zweien seitlich neben der Mundöffnung stehenden hornartigen Auswüchsen aufsitzen. Das ist z. B. bei dem Federbuschpolyp (Plumatella repens) der Fall, welcher sich in unsern Teichen an den Blättern der Wasserlilien (Nymphäen) oder auf Steinen und Holzstückchen nicht selten findet und verzweigte Polypenstöcke von zarter Hornsubstanz bildet. In der nebenstehenden Fig. 155 ist ein Zweig eines solchen Federbuschpolypenstocks stark vergrößert abgebildet. Man sieht daß jedes Thierchen in einer besondern röhrigen Zelle wohnt, in welche es sich vollständig zurückziehen kann. Die Bryozoen sind ferner auch im Besitze eines Nervensystems, das bisher noch bei keinem Hohlthiere mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, hier aber in Form eines rundlichen Knotens zwischen den beiden Oeffnungen überall deutlich aufzufinden ist. Die Fortpflanzung geschieht durch Embryonen, die unter wechselnder Form eine Zeit lang mittels Flimmerhaaren umherschwimmen und erst nachträglich, gewöhnlich erst nach dem Festsetzen, in ihrem Innern die spätern Eingeweide mit dem Tentakelkranze erzeugen. Bei den einheimischen Arten kennt man daneben noch eine Fortpflanzung durch sogenannte

Statoblasten, die an die Gemmulae der Schwämme erinnern und eine Art abfallender Knospen darstellen, aus denen nach Winterszeit ein neues Moosthierchen hervorkommt. Daß auch die Koloniebildung auf einer Knospung beruht, bedarf kaum einer ausdrücklichen Erwähnung, wol aber die Thatsache, daß nicht alle Knospen Polypen mit Darm und Tentakelapparat entwickeln, sondern bei gewissen — marinen — Arten theilweise zu merkwürdigen vogelkopfartigen oder geißeltragenden Zellen auswachsen, die, wie es scheint, zur Vertheidigung oder zum Nahrungserwerb dienen und uns ein neues Beispiel jenes merkwürdigen Polymorphismus vorführen, den wir bei Gelegenheit der Siphonophoren oben als den anatomischen Ausdruck einer Arbeitstheilung kennen gelernt haben. In der beistehenden Fig. 156 sind zwei Arten mit derartigen Bildungen dargestellt worden, in Nr. 1 drei Thierzellen von Acamarchis avicularis, die — theils mit vorgestrecktem, theils auch mit zurückgezogenem Tentakelapparate — je ein Avicularium tragen, in Nr. 2 eine Zelle von Scrupocellularia scrupolosa mit zwei sessilen Avicularien, die freilich insofern abweichen, als das untere durch griffelförmige Umbildung des Unterschenkels (eines Gebildes, das als Deckel auch an den Thierzellen entwickelt ist) zu einem sogenannten Vibracularium geworden ist.

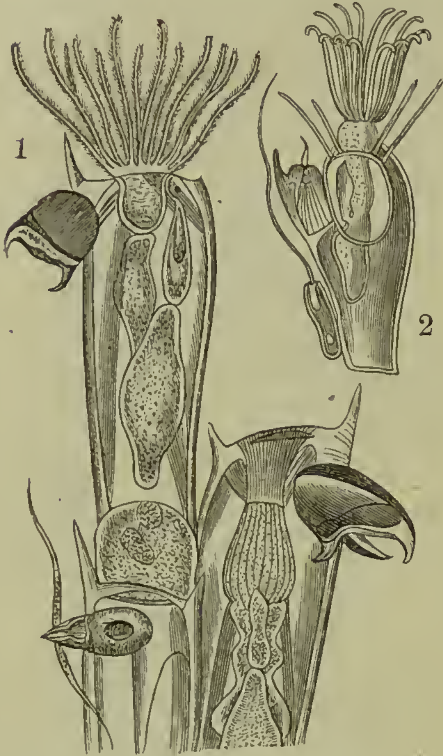


Fig. 156. 1 Acamarchis. 2 Scrupocellularia mit Avicularien.

Neuerdings rechnet man die Bryozoen gewöhnlich zu der Abtheilung der Würmer.

Die Seesterne, Seeigel und Seewalzen.

(Echinodermata.)

Die in der Ueberschrift genannten Seethiere bilden die Gruppe der Stachelhäuter und sind die vollkommensten von allen Strahlthieren. Der strahlige Bau spricht sich bei diesen Thieren nicht allein in der Anordnung ihrer innern Organe aus, sondern gewöhnlich schon in der äußern Form des Körpers. Am augenfälligsten ist das bei den Seesternen (Asteriden und Ophiuriden), deren Leib eine fünfeckige Scheibe oder einen Stern mit meist fünf mehr oder minder langen und schlanken Armen bildet, die sich bei manchen Arten, besonders dem sogenannten Medusenhaupte, durch dichotomische Verästelung in eine beträchtliche Anzahl von rankenförmigen Zweigen auflösen. Dabei ist der Körper der Seesterne nicht nackt, sondern von einem förmlichen Schuppenpanzer umschlossen, indem die lederartige Haut Platten und Schuppen von kohlensaurem Kalk absondert, welche dicht an einander gedrängt liegen, so daß die Thiere nur einer geringen Bewegung fähig sind. Dennoch vermögen sie, wie sämmtliche Stachelhäuter, mit Ausnahme der festsitzenden sogenannten Crinoideen, auf dem Grunde des Meeres langsam

zu kriechen, ja selbst an Korallenriffen oder Seetang emporzuklettern. Wie ist dies möglich? höre ich meine Leser fragen. Darüber giebt uns die nähere Untersuchung Aufschluß. Bei jedem Seesterne verläuft nämlich auf der untern Fläche, von dem im Mittelpunkt befindlichen Munde aus, eine Furche bis an das Ende der Strahlen oder bis zu den fünf Ecken des Körpers. In diesen Furchen liegen nun viele Hunderte, ja Tausende von cylindrischen weichen Saugfüßchen (ambulacra), die aus eben so vielen, höchst feinen Löcherchen der Haut hervorragen und eine außerordentliche Dehnbarkeit besitzen. Indem sich nun diese Füßchen abwechselnd an feste Gegenstände ansaugen und wieder loslösen, wird das unbeholfene Thier langsam fortgeschleppt. Jedes Saugfüßchen besteht aus einer Röhre, welche

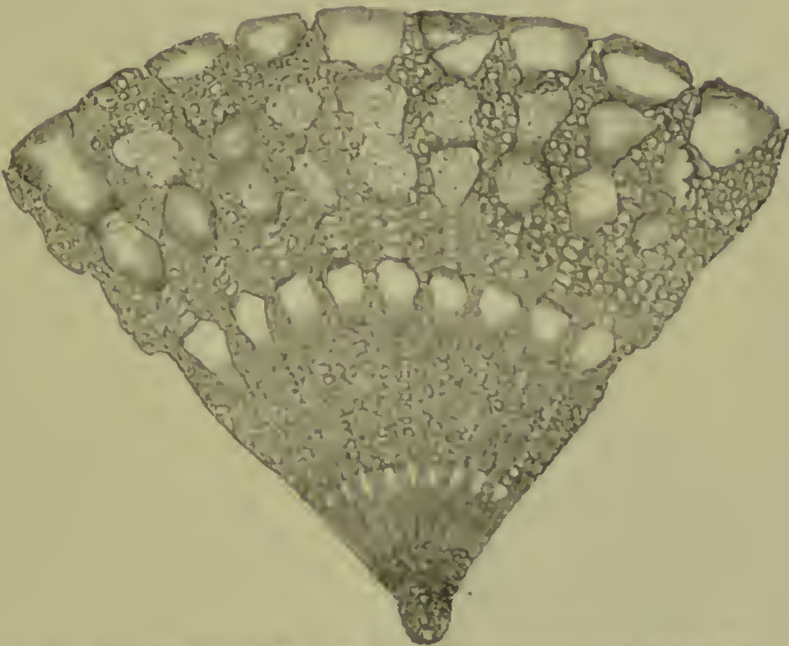


Fig. 157. Stachel eines Seeigels im Querschnitt (Quadrant), stark vergrößert.

durch Ein- und Auspumpen einer hellen Flüssigkeit ausgestreckt und zusammen gezogen werden kann, und am Ende eine rundliche Saugscheibe trägt, die nicht selten durch ein radartiges Skeletstück von zierlichster Form gestützt ist. Fig. 158 zeigt bei Abb. a ein solches Saugfüßchen von einem Seeigel in etwa vierzigfacher Linearvergrößerung, denn auch die Seeigel, desgleichen die Seewalzen (die Holothurien) sind im Besitz von Saugfüßchen. Die Fortbewegung des Körpers der Seeigel (Echiniden), wird übrigens noch durch Kalkstacheln unterstützt, welche in wechselnder Zahl und Größe, aber immer beweglich auf den auch hier vorhandenen Kalkplatten des Panzers mittels eines förmlichen Kugelgelenkes aufsitzen und diesen Thieren ihren Namen gegeben haben. In manchen Fällen übertreffen diese Stacheln an Länge den Durchmesser des gesammten Körpers, der überall starr und fest geschient ist, indem die Skeletplatten durch förmliche Nähte unter sich zusammengefügt sind. Die Körperform ist weniger konstant, als bei den Seesternen, im Allgemeinen gewölbter, kugelig oder halbkugelig, doch bisweilen auch abgeflacht, fast scheibenförmig. Mund und After liegen gewöhnlich inmitten

der vordern und hintern Körperfläche, indessen giebt es auch ganze Familien von Seeigeln, die sich durch eine excentrische Lage des Afters allein (Clypeastriden) oder des Afters und auch des Mundes (Spatangiden) auszeichnen. Ein geschlossener, von weiter Leibeshöhle umgebener Darm gehört, wie auch der Besitz eines eignen Gefäßapparates zu den Auszeichnungen sämmtlicher Stachelhäuter. Bei einigen Seesternen fehlt der After und dann bildet der Darm einen einfachen Blindsack, der trotz der etwaigen Anwesenheit von schlauchartigen Anhängen (Lebern), die oft weit in die Arme hineinragen, napfartig aus der Mundöffnung hervorgestreckt wird und die aus größern Thieren (Schnecken und Krebsen) bestehende Nahrung in Besitz nimmt.

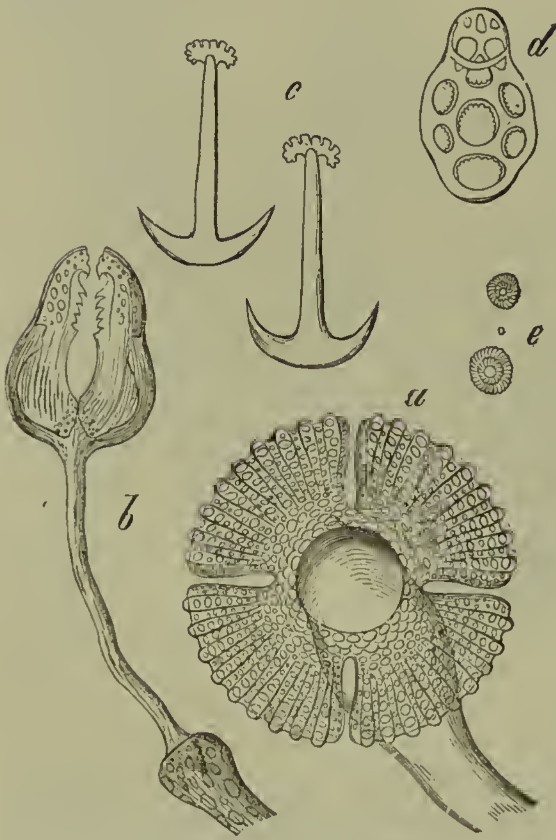


Fig. 158. Hartgebilde von Seeigeln, Seesternen und Seewalzen.

Außer dem Mund- und Afterloch bemerkt man am Gehäuse der Seeigel noch zahlreiche kleine Löcherchen, welche regelmäßig in fünf Doppelmeridianen beisammenstehen oder im Umkreis des hintern Poles eine fünfblättrige Gruppe bilden. Diese Löcherchen sind zum Durchtritt der schon erwähnten Ambulacralfüßchen bestimmt. Fünf andere, die nach innen von den Ambulacralporen liegen, dienen zur Entleerung der Geschlechtsprodukte.

Sehr merkwürdige Organe der Seeigel und Seesterne sind die Pedicillarien. So hat man die fast mikroskopisch kleinen Fang- oder Greifwerkzeuge genannt, welche in der Umgebung der Mundöffnung ihre größte Entwicklung erreichen und oft wie Kneipzangen aussehen, indem am Ende eines kontraktilen Stieles zwei oder drei zangenartige Kalkstücke so mit einander verbunden sind, daß sie sich ebenso wie die beiden Klappen einer Zange gegen einander bewegen (s. Fig. 158, wo Abb. b eine solche Greifzange von einem Seeigel in etwa fünfzigfacher Linearvergrößerung zeigt). Die Kalkplatten zeigen einen zierlich durchbrochenen Bau, wie überhaupt die Skeletstücke der Echinodermen, die sich bei mikroskopischer Untersuchung überall in ein sehr regelmäßiges enges Maschenwerk auflösen, wenn auch die Maschen vielleicht verschieden weit und die dazwischen hinziehenden Kalkstäbe von wechselnder Anordnung sind. Auf diese Weise erklärt sich auch das überraschende Bild, das die Fig. 157 zeigt, und das nichts Anderes darstellt, als den Quadranten eines Querschliffes aus dem Stachel eines Seeigels (Acanthometra). Nicht minder merkwürdige Kalkgebilde findet man bei den meist häßlichen Seewalzen (Holothuriden), welche die Echinodermen den Würmern annähern und die in die beiden Gruppen der Holothurien und Synapten zerfallen.

Die Aehnlichkeit mit den Würmern drückt sich schon in der äußern Form aus, die meist gurkenartig ist, bisweilen auch noch weiter sich streckt, sowie in der weichen Beschaffenheit der Haut, die ohne die sonst für die Echinodermen so charakteristischen Kalkplatten und Schilder ist, obwol man darin bei mikroskopischer Untersuchung sehr allgemein noch Kalkkörperchen von mehr oder weniger spezifischer Form aufzufinden vermag. Bald sind es zierliche Kalkrädchen (Fig. 158 c), bald Töpfchen oder Pyramiden mit vorstehenden Häkchen und Spitzen, die der Haut eine fast feilenartige Rauhigkeit geben, bald endlich (bei den Synapten, Abb. d) förmliche Anker, die mit den Zähnen frei aus der Haut hervorragen und an dem schmalen, mit einem Querbügel versehenen Ende auf einer durchbrochenen Kalktafel beweglich befestigt sind (d); Alles etwa fünfzigfach vergrößert. Diese Kalkanker dienen den Synapten bei der wurmartigen Bewegung ihres Körpers zum Stützen und Festklammern. Die Synapten haben nämlich, von den Kopfanhangen, den sogenannten Tentakeln abgesehen, keine Saugfüße, obwol diese sich bei den Holothurien wie gewöhnlich in großer Anzahl vorfinden. So zählt man an der norwegischen Holothuria tubulosa, welche bis 18 Zoll Länge erreicht, deren 700 und darüber. So häßlich übrigens diese wurmartigen Thiere sind, so wird doch eine im Indischen und Chinesischen Meere lebende Art, die Holothuria edulis, gegessen; ja sie gilt in jenen Gegenden, wo sie unter dem malayischen Namen „Trepang" einen nicht unwichtigen Gegenstand des Handels bildet, für einen Leckerbissen.

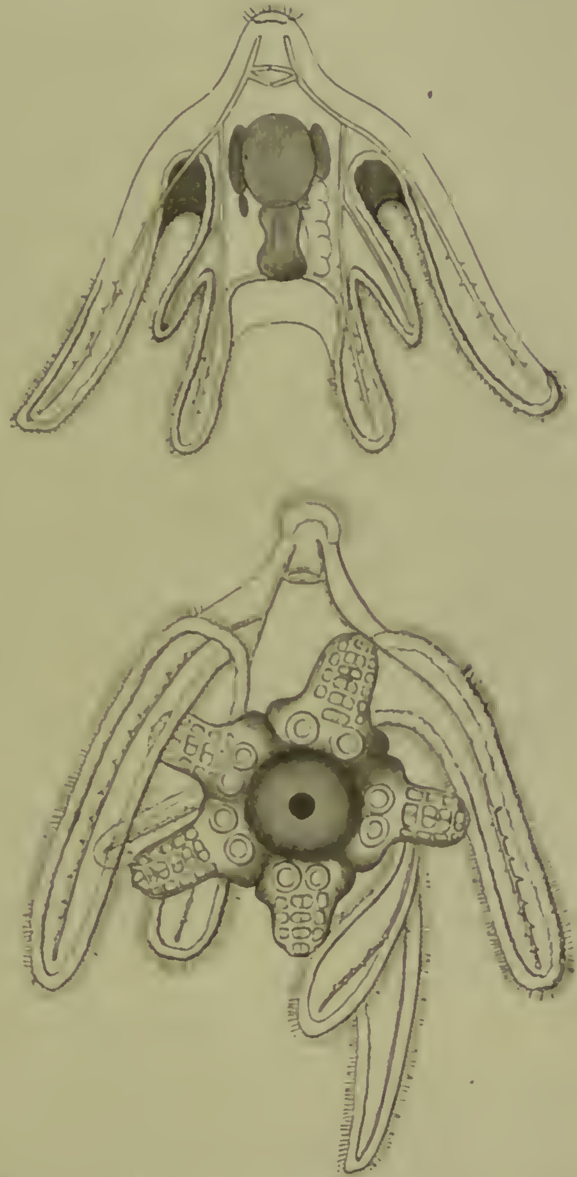


Fig. 159. Zwei Larven einer Orbiure (Schlangenstern) vor und nach Anlage des Sternes.

Die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen, die wir zuerst durch J. Müller's klassische Untersuchungen kennen gelernt haben, ist kaum minder wunderbar als die der Quallen. Der Generationswechsel spielt darin allerdings keine Rolle:

es ist vielmehr dasselbe Individuum, an dem die einzelnen Phasen der Entwicklung ablaufen. Aber die Umwandlungen, welche dieses Individuum erleidet, sind ungleich auffallender und merkwürdiger als etwa bei den Schmetterlingen. Die Raupe zeigt in ihrem äußern und innern Bau doch immer noch unverkennbare Anklänge an die Bildung des spätern Insektes, allein der junge Seestern oder Seeigel oder auch meinetwegen die junge Synapte verräth durch keinen einzigen Zug ihrer Organisation ihre Zugehörigkeit zu den Echinodermen. Nicht nur, daß das Skelet und die Füßchen, die doch für die ausgebildeten Stachelhäuter so charakteristisch sind, denselben abgehen, auch der anatomische Bau und die äußere Körperform sind so abweichend von den späteren Verhältnissen und all dem sonst Bekannten, daß der erste Beobachter rathlos seinem Funde gegenüber stand. Wie hätte man auch in den mittels einer Flimmergarnitur herumschwimmenden mikroskopisch kleinen Wesen, die mit ihren bald kürzern, bald auch längern regelmäßig über rechts und links vertheilten Fortsätzen hier an einen Pantoffel, dort an ein Uhrgehäuse oder eine Staffelei erinnern (Fig. 159), den Jugendzustand von Strahlthieren vermuthen können, die mit einem mächtigen Panzer bekleidet, schwerfällig und langsam auf dem Meeresboden umherkriechen! Es bedurfte einer langen Reihe eingehender Untersuchungen, die Zusammengehörigkeit dieser heterogenen Formen außer Zweifel zu stellen. Tiefgreifende Veränderungen sind es, welche die Metamorphose begleiten, sodaß eigentlich nur der Magen des jungen Thieres aus dem Larvenleben in den definitiven Zustand hinübergenommen wird. Selbst Mund und After der Larve geht verloren und wird an anderer Stelle neu gebildet, während unter der äußeren Haut die spätere Leibeswand mit ihrer charakteristischen Gestalt und ihren Skeletstücken zur Entwicklung kommt. Auch die Füßchen und das Gefäßsystem entstehen erst während der Metamorphose, die übrigens schon zu einer Zeit zum Abschluß kommt, in der die Echinodermen noch außerordentlich klein sind.

Daneben giebt es übrigens auch Arten, bei denen die Entwicklung eine mehr direkte ist, und die Schwärmperiode ausfällt. In allen diesen Fällen geht das junge Thier aus Eiern hervor, die eine ungewöhnliche Größe besitzen, d. h. ein reiches Bildungsmaterial in sich einschließen, und meist auch in förmlichen Bruttaschen am Körper der Mutterthiere bis zum Ausschlüpfen der Jungen umhergetragen werden.

Die Weichthiere.

(Mollusca).

Wir treten nun in eine bekanntere Region des Thierreichs ein, denn wer kennt nicht Schnecken und Muscheln? Ich kann mich daher auch kurz fassen, um so mehr, als diese Thiere mit Ausnahme des Gefüges ihrer Gehäuse und einzelner Theile ihres eigentlichen Körpers wenig Stoff zu mikroskopischen Bildern, wie sie sich für dieses Büchlein eignen, darbieten.

Die Weichthiere oder Mollusken zeigen unter allen wirbellosen Thieren die ansehnlichste Entwicklung der Eingeweide, während sie hinsichtlich der Bewegungsorgane, wenige ausgenommen, den Gliederthieren und selbst zahlreichen Strahlthieren nachstehen. Sie besitzen einen sehr vollkommenen, in Magen und Darm gegliederten Verdauungsapparat, eine meist sehr große Leber, Nieren und ein mehr

oder minder ausgebildetes Gefäßsystem, das sich aus einem sackförmigen Herzen und aus Gefäßen zusammensetzt, die freilich in der Regel nur unvollständig geschlossen sind. Die Athmungsorgane sind bald als Lungen, bald als Kiemen ausgebildet, je nachdem die Mollusken auf dem Lande oder im Wasser wohnen. Das Nervensystem besteht aus einer Anzahl von Ganglienknoten, die durch Fäden unter sich zu einem bald engern, bald auch weitern Halsbande vereinigt sind. Als Bewegungsorgane dienen fleischige Anhänge, die in beschränkter Zahl dem vordern Körperende ansitzen.

Bei der Mehrzahl, nämlich bei den Schnecken und Muscheln, dient blos eine flache Muskelsohle, mittels welcher sie langsam kriechen, oder ein fleischiger Fortsatz, mit dem sie sich fortschieben, als Bewegungsorgan, bei den übrigen sind die Füße durch flossenförmige Häute, oder durch fleischige, zugleich als Fangwerkzeuge dienende Arme vertreten. Oftmals wird die Bewegung auch durch die Muskeln des übrigen Körpers unterstützt, indem diese durch ihre Zusammenziehung und Ausdehnung mannichfache Beugungen, Verkürzungen und Verlängerungen zur Folge haben. Die Haut ist weich und schlüpfrig und bei den meisten Mollusken auf der Rückenfläche zu einer locker anschließenden faltigen Hülle entwickelt, welche Mantel genannt wird. In der Regel sondert der Mantel auch an seiner Außenfläche (besonders dem Rande) einen kalkhaltigen Saft ab, welcher durch Erhärtung eine Schale oder ein Gehäuse bildet, das dem Thiere als Wohnung und Panzer dient. Den Anfang dieser Schale kann man schon an dem ganz jungen und winzig kleinen Thiere im Ei entdecken. In dem Maße, wie das Thier wächst, nimmt auch die Schale an Umfang und Dicke zu, indem sich immer neue Kalkschichten den altern sich anfügen. Der Gehalt an Kalk bedingt den Grad der Härte: wo die Schale wenig Kalk enthält, wie bei den meisten Land- und Süßwassermollusken, ist sie sehr leicht zerbrechlich, oft fast hornartig und bisweilen durchsichtig; wo sie dagegen viel Kalk enthält, wie bei fast allen Meermollusken, ist sie dickwandig und fest. Viele Weichthiere (sämmtliche Muscheln) besitzen eigentlich blos einen Rumpf, dem Fuß und Mantel anhängen. Andere dagegen haben einen deutlichen Kopf mit Fühlern und Augen, ja bei den vollkommensten (den Kopffüßlern) findet sich sogar eine Art Schädel. Die Fortpflanzung und Vermehrung der Weichthiere geschieht auf verschiedene Art, indem einige, wie die Mehrzahl der Schnecken, Zwitter sind, die sich selbst oder gegenseitig befruchten, andere aber ein getrenntes Geschlecht besitzen. Die Mehrzahl legt Eier, nur wenige gebären lebendige Junge.

Nach dieser allgemeinen Charakteristik der Mollusken will ich, ehe ich zu der Schilderung des mikroskopischen Baues der Gehäuse sowie einzelner Organe übergehe, eine Uebersicht der natürlichen Klassen und Ordnungen, in welche diese große Abtheilung des Thierreichs zerfällt, einschalten. In der Regel theilt man die Weichthiere in kopflose und solche mit einem Kopf begabte ein. Die kopflosen Mollusken bilden die Klasse der Muschelthiere, die mit einem Kopfe begabten die beiden Klassen der Schnecken und Kopffüßler.

Zu den kopflosen Weichthieren, denen die allerunvollkommensten Mollusken zugehören, rechnete man in früherer Zeit auch die Mantelthiere (Tunicata) mit den Salpen und Seescheiden, obwol es kaum zweifelhaft sein dürfte, daß sie nur entfernte Beziehungen zu den eigentlichen Mollusken besitzen. Es sind Thiere mit einem einfach gestalteten sack- oder tonnenförmigen Leibe, der mit zwei

Oeffnungen (zur Einfuhr und Ausfuhr) versehen ist und eine ziemlich feste und elastische, oftmals lederartige Hülle trägt, die ihrer chemischen Beschaffenheit nach merkwürdigerweise mit der pflanzlichen Holzfaser völlig übereinstimmt. Die Einfuhröffnung führt zunächst in eine Kiemenhöhle, die ihrerseits sich in den Darm fortsetzt und mit Flimmerhaaren bekleidet ist, durch deren Hülfe das Athemwasser und die Nahrungsstoffe (feinvertheilte organische Substanz) aufgenommen werden. Durch mehr oder minder große und zahlreiche Oeffnungen gelangt das Wasser aus der Kiemenhöhle dann in den Kloakraum, aus welchem es mit dem Kothe und den Geschlechtsprodukten durch die zweite Oeffnung entleert wird. Die Seescheiden (Ascidien) sitzen gleich den Polypen mit der Grundfläche ihres Mantels oder mittels eines Stieles an Felsen fest, oft haufenweise beisammen. Sie haben eine sackförmige Gestalt und tragen die beiden Oeffnungen in geringer Entfernung von einander am freien Körperende. Es giebt einfache und zusammengesetzte. Letztere, immer sehr klein, pflegen innerhalb einer gemeinsamen Hülle zu liegen und oft regelmäßig um einen Mittelpunkt gruppirt zu sein, der dann die der ganzen Gruppe gemeinschaftliche Kloaköffnung aufweist (Botryllus). Die Salpen (Thaliaden) schwimmen frei, bald einzeln, bald zu band- oder kreisförmigen Ketten an einander gereiht, indem sie durch die Zusammenziehungen ihres tonnenförmigen Leibes aus der endständigen Kloaköffnung das den weiten Innenraum erfüllende Athemwasser ausstoßen. Die einzeln lebenden und verketteten Salpen sind übrigens nicht verschiedene Arten, sondern verschiedene Generationen derselben Art. Wie die Quallenpolypen durchlaufen auch die Salpen einen Generationswechsel, der nur insofern abweicht, als die einzelnen Generationen hier fast nur durch die Art ihrer Fortpflanzung von einander verschieden sind, sonst aber im Wesentlichen die gleiche Organisation besitzen. Während die Produktion von Geschlechtsstoffen ausschließlich auf die verketteten Individuen (proles aggregata) beschränkt ist, besitzen die isolirten Individuen (proles solitaria) dafür die Fähigkeit der ungeschlechtlichen Vermehrung. Sie tragen statt der Geschlechtsorgane einen cylindrischen sogenannten Keimstock, an dem die Geschlechtsthiere hervorknospen und gruppenweise zur Entwicklung kommen, bis die einzelnen Gruppen sich in Kettenform loslösen. Die beistehende Fig. 160 zeigt die pr. solitaria mit dem hornartig gekrümmten Keimstocke und zwei verkettete Individuen derselben Art (S. mucronata-democratica) in natürlicher Größe.

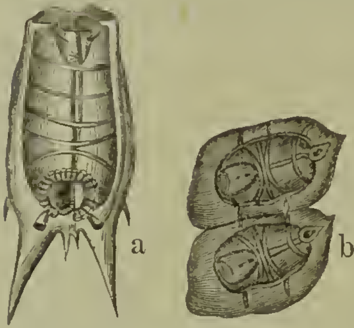


Fig. 160.
Salpa mucronata-democratica: a solitäre sog. Amme, b zwei verkettete Geschlechtsthiere.

Die Ascidien entwickeln sich ohne Generationswechsel, obwol sie durch die zwitterhafte Vereinigung ihrer Geschlechtsorgane an die Salpen sich anschließen. Dafür aber durchlaufen dieselben eine Metamorphose, die den letztern abgeht. Sie tragen (vergl. Fig. 161) beim Ausschlüpfen aus dem Ei einen platten Ruderschwanz, der ihnen einige Aehnlichkeit mit Kaulquappen giebt, obwol diese den Ascidienlarven gegenüber als mächtige Riesen erscheinen. Man sieht in der Achse des Ruderschwanzes sogar einen Knorpelfaden hinziehen, wie bei den Kaulquappen die sogenannte Chorda, die eigentlich allen Wirbelthieren zukommt und den ersten Entwicklungszustand der spätern Wirbelsäule darstellt. Da auch die Anlage des betreffenden Organes und die Beziehungen zu den benachbarten Gebilden manche

Analogie mit den Verhältnissen der Wirbelthiere besitzen, glaubt man neuerdings berechtigt zu sein, die Ascidien und damit denn auch die ganze Gruppe der Tunikaten mit den Wirbelthieren in nähere Verwandtschaft zu bringen.

Der Hauptstamm der kopflosen Mollusken wird von den Muschelthieren (Conchifera) im engern Sinne gebildet. Bei diesen bekanntlich theils in Teichen, Flüssen und Bächen, theils und der Mehrzahl nach im Meere lebenden Mollusken ist der Rumpf seitlich zusammengedrückt und von einem zweilappigen Mantel umschlossen, dem eine zweiklappige Schale aufliegt. Beide Schalenhälften sind an der Rückseite des Thieres mittels eines elastischen Bandes (des Ligaments) verbunden, meist auch mittels in einander greifender Vorsprünge und Vertiefungen, welche das sogenannte „Schloß“ bilden, in einander gefügt. Zwischen dem Rumpfe und dem Mantelrande hängen auf jeder Seite zwei große, von parallelen Säulen rippenartig durchzogene Hautlappen herab, die Kiemen. Vorn im Grunde der Mantellappen liegt der Mund, am hintern Ende der After, an der Rückenseite das Herz. Die Bauchseite des Rumpfes ist mit einem verschiedenartig gestalteten, zwischen den Kiemenblättern gelegenen Fortsatz, dem sogenannten „Fuß“, versehen. Mit diesem Fuße kriechen die Muschelthiere im Schlamme; viele sitzen aber auch an Felsen und anderen Gegenständen fest, und diese sind nicht selten durch eine an der Grundfläche des Fußes hervorgewachsene Fasermasse, den sogenannten Byssus, angeheftet. Andere Arten, wie die Austern, leimen sich mit der einen Schale an fremde Gegenstände, besonders Steine, fest. Das Schließen der Muschelschalen, deren Gestalt stets von derjenigen des Mantels abhängt, geschieht durch einen oder durch zwei quer von der einen zur andern Schale gehende Muskeln, deren Eindrücke man auf der Innenfläche der Schalen bemerkt. Danach zerfallen die Muschelthiere in einmuskelige (Monomyaria) und zweimuskelige (Dimyaria). Zu letzteren gehören die meisten.



Fig. 161. Larve einer Ascidie mit Ruderschwanz, etwa 50mal vergrößert.

Mit diesen Muschelthieren werden gewöhnlich noch, als Repräsentanten einer besonderen Ordnung, die Armfüßler (Brachiopoda) verbunden. Ob das mit Recht geschieht, ist freilich zweifelhaft, da die betreffenden Thiere durch ihre Entwicklung und durch die Bildung ihrer Jugendformen unverkennbar an die höheren Würmer sich anschließen. Im ausgebildeten Zustande haben sie allerdings eine gewisse Aehnlichkeit mit Muschelthieren. Sie besitzen wenigstens, wie diese, eine zweiklappige Schale, aber sie entbehren der Kiemen und tragen neben der Mundöffnung zwei spiralig eingerollte, gefranste Arme, welche zum Zwecke der Athmung und der Nahrungszufuhr zwischen den Schalen hervortreten. Die Armfüßler, gegenwärtig nur eine kleine Thiergruppe, in früheren Zeiten aber eine sehr große, wie ihre zahlreichen versteinerten Muscheln beweisen, bewohnen alle das Meer, auf dessen Grund sie, oft in großer Tiefe, theils mittels eines Stieles, theils unmittelbar mit einer ihrer Schalen, die dann immer von verschiedener Größe und Gestalt sind, festsitzen. Die jetzt lebenden gehören, wie die Mehrzahl der fossilen, vornehmlich der Gattung Terebratula an.

Die erste Ordnung der mit einem Kopfe begabten Weichthiere umfaßt sämmtliche eigentliche Schnecken- oder Bauchfüßler (Gasteropoda) und ist eine sehr große. Die hierher gehörigen Thiere unterscheiden sich auf den ersten Blick von allen übrigen Mollusken durch die fleischige, an der Bauchseite gelegene Sohle, auf der sie langsam kriechen, durch zwei am Kopfende befindliche, bei manchen Arten (den einheimischen Landschnecken) einziehbare Fühler, neben denen sehr allgemein die bisweilen gleichfalls von fühlerartigen Fortsätzen getragenen kleinen Augen stehen, und durch ihr zierliches Gehäuse, welches in der Regel als eine schraubenförmig aufgerollte Röhre ausgebildet, seltener von napf- oder mützenförmiger Gestalt ist. Bei den Nacktschnecken, die übrigens sämmtlich dem Meere angehören, findet sich die Schale nur in der Jugend. (Vergl. hierzu Fig. 166 Abb. a, in der die Jugendform einer spätern Nacktschnecke — Actaeon —

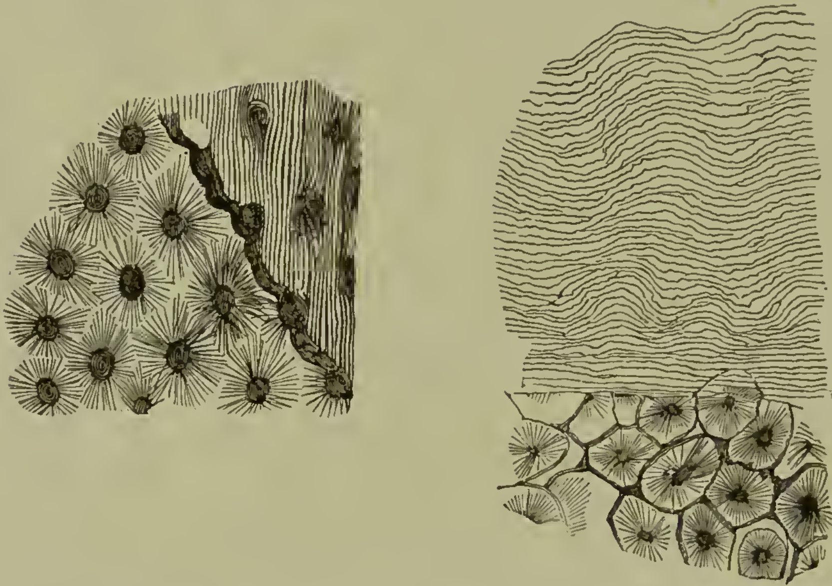


Fig. 162. Stück eines Durchschnitts (links) durch das Gehäuse einer Seeschnecke (Haliotis) und (rechts) durch die Schale einer Brachiobada-Muschel (Terebratula).

mit ihrem Gehäuse dargestellt ist.) Die bei uns lebenden Wegeschnecken (Limax mit L. agrestis, der grauen Ackerschnecke, die auf Aeckern und in Gärten nicht selten beträchtlichen Schaden anrichtet) entbehren gleichfalls einer äußeren Schale, aber sie besitzen dafür im Innern des die Lungenhöhle bedeckenden scheiben- oder schildförmigen kleinen Mantels eine zarte Platte, die als Rudiment einer Schale zu deuten ist. Die Gehäusschnecken leben entweder auf der Erde oder im Wasser, und zwar sowol im süßen Wasser, als im Meere, ja die Mehrzahl der Wasserschnecken und der Schnecken überhaupt gehört dem Meere an. Viele derselben tragen am hintern Ende des Fußes einen hornigen oder kalkigen Deckel, mit welchem sie den Zugang zu ihrer Wohnung beliebig verschließen und öffnen können. Von dem innern Bau dieser Thiere, die in mancher Hinsicht die interessantesten von allen Mollusken sind, wird weiter unten die Rede sein. Die drei übrigen Ordnungen der Kopfmollusken sind nur klein und ausschließlich aus Meerthieren bestehend, welche meist in der hohen See leben und daher nur durch Stürme an die Küste verschlagen werden.

Die auf die Schnecken zunächst folgende Ordnung ist diejenige der Kielfüßler (Heteropoda). Diese besitzen einen gestreckten, gallertartig durchsichtigen Körper, welcher an der Bauchseite mit einem kielförmig zusammengedrückten Fuße, der dem Thiere gleichzeitig als Flosse zum Schwimmen und als Anheftungsorgan dient, an der Rückseite auch öfters mit einer dünnen und zerbrechlichen Schale versehen ist, unter welcher die kammförmigen Kiemen liegen. Die Kielfüßler haben einen rüsselförmigen Kopf, schwimmen immer auf dem Rücken und bewohnen vorzüglich den Atlantischen und Indischen Ozean. An sie schließen sich die Flossenfüßler (Pteropoda) an, welche durch die beiden seitlichen flügelförmigen Fortsätze ihres Mantels, die ihnen als Ruderorgane dienen, ausgezeichnet und immer sehr klein sind. Einige von ihnen besitzen einen deutlichen, mit Fühlern und Augen begabten Kopf, andern fehlen die Fühler und Augen durchaus.

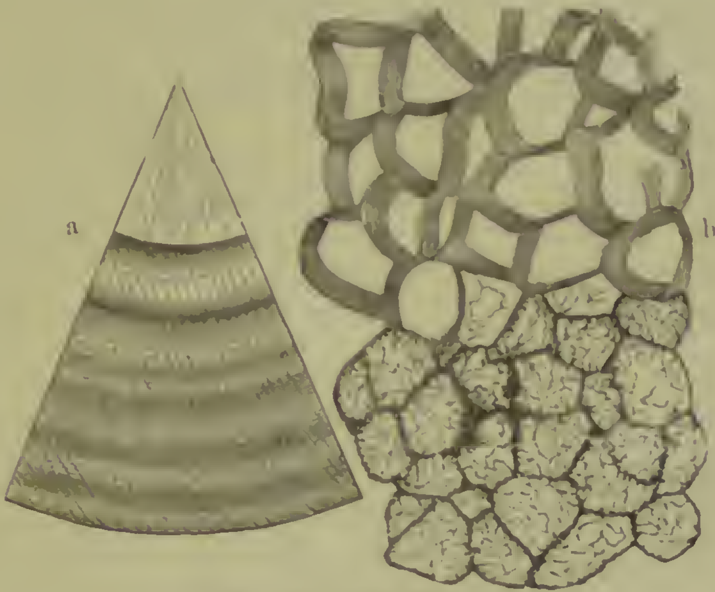


Fig. 163. Bau der Perlen.

Sie sind Zwitter, wie die Mehrzahl der Schnecken, bald nackt, bald mit einer dünnen Schale bedeckt, und bewegen sich rasch. In der Jugend sind übrigens auch die Flossen- und Kielfüßler sämmtlich mit Schalen versehen und den Schnecken so ähnlich, daß sie von vielen Zoologen mit denselben auch systematisch in eine nähere Beziehung gebracht werden. (Vergl. Fig. 166 Abb. b, die gehäusetragende Jugendform einer Heteropode, Firola, darstellend).

Von den Kopffüßlern (Cephalopoda), welche die letzte und vollkommenste Gruppe der Mollusken darstellen, ist schon oben (S. 243) beiläufig die Rede gewesen. Sie haben ihren Namen von den dem Kopfe anhängenden meist sehr ansehnlichen Fortsätzen, die eben so wol zum Kriechen und Schwimmen wie zum Ergreifen der Beute dienen. Zwei hornige Kiefer, die, dem Schnabelapparat eines Raubvogels vergleichbar, aus der Mundöffnung hervorragen, vollenden das Bild eines gefräßigen und räuberischen Geschöpfes. An den Seitentheilen des Kopfes stehen zwei große Augen, wie sie sonst nur bei den Wirbelthieren gefunden werden. Der kuglige oder walzenförmige, dem Kopfe anhängende Leib zeigt

während des Lebens ein sehr auffallendes Farbenspiel, das, wie in andern ähnlichen Fällen, durch die wechselnde Zusammenziehung und Ausdehnung der in mehrfachen Schichten übereinander liegenden Pigmentflecke (Chromatophoren) bedingt ist. Dazu kommt noch ein mit schwarzem Pigmente gefüllter Drüsensack, dessen Inhalt — die auch als Farbe vielfach gebräuchliche sogenannte „Sepia" — gelegentlich entleert wird und die Thiere dann in eine dunkle Wolke einhüllt, in der sie ihrer Umgebung unsichtbar bleiben.

Obwol die Mehrzahl der jetzt lebenden Kopffüßler (oder Tintenfische) zu den nackten Mollusken gehört oder richtiger vielmehr eine innere, in die mantelartige Bekleidung des Leibes eingelagerte Schale trägt, waren die vorweltlichen Arten fast sämmtlich mit einem Gehäuse ausgestattet, wie die Schnecken. Zu den wenigen jetzt noch lebenden beschalten Tintenfischen gehört das sogenannte Schiffsboot (Nautilus), dessen großes, schneckenförmig aufgerolltes Gehäuse, gleich dem der vorweltlichen Arten, durch Querscheidewände in Kammern getheilt ist, in deren vorderster das Thier sitzt, und der bekannte Papiernautilus oder Argonaut (Argonauta Argo), dessen einfache Schale wie ein Kahn gestaltet, sehr dünn und zierlich gerippt ist.

Wir wollen nun einige mikroskopische Blicke in den Bau der Mollusken thun, uns dabei aber blos auf die Muscheln und Schnecken beschränken. Hier ziehen zunächst die bunten, oft höchst eleganten und merkwürdig gestalteten Schalen und Gehäuse unsere Aufmerksamkeit auf sich. So zierlich aber auch dieselben äußerlich aussehen mögen, so sind sie inwendig doch noch mannichfaltiger und wundervoller gestaltet.

Der Leser wird sich davon überzeugen, wenn er sich die beiden vorstehenden Abb. auf Fig. 162 ansehen will, von denen die linke ein Stückchen eines Durchschnittes durch das Gehäuse einer Seeschnecke, der Haliotis splendens, die rechte ein Stückchen von der Schale einer Seemuschel, der Terebratula rubicunda, in starker Vergrößerung darstellt. Desgleichen besitzen die Perlen, die sich als Konkremente bekanntlich sowol in Fluß- als in Seemuscheln verschiedener Art — die schönsten in der sog. Perlmuttermuschel (Avicula margaritifera) — erzeugen, einen höchst zierlichen Bau. Fig. 163a zeigt einen stark vergrößerten Durchschnitt durch ein derartiges Gebilde. Die Hauptmasse derselben besteht aus dünnen Schichten von Perlmuttersubstanz, die sich konzentrisch auf einander abgelagert haben. Je mehr dieselben vorwalten, desto weißer ist die Farbe der Perle („desto schöner das Wasser"). Der graue Ton sogenannter unreifer Perlen rührt von Zellensäulen her, die sich in radialer Richtung von dem Mittelpunkte nach dem System der Perlmutterschichten hin erstrecken und in ganz ähnlicher Weise auch in der mittleren sogenannten Säulenschicht der Muschelschalen wiederfinden. Ihr Ausgehendes oder ihre Querschnitte erscheinen (Fig. 163b, bei sehr starker Vergrößerung gezeichnet) wie unregelmäßig sechseckige Zellen, deren Begrenzung nach Ausziehen des Kalkes — wie das die obere Hälfte unsrer Abbildung zeigt — als hohle Säulen mit quergestreiften bräunlichen Hautwänden zurückbleiben.

Allein der Bau der Schneckenhäuser, Muschelschalen und Perlen ist noch lange nicht das Merkwürdigste, was die von Vielen mit Ekel betrachteten Weichthiere besitzen. Viel Schöneres, viel Wunderbareres bieten einzelne Theile des eigentlichen, scheinbar so formlosen Körpers dar. Unter denselben steht die

Zunge der Schnecken oben an, indem deren Bau unter dem Mikroskop eine Formenmannichfaltigkeit und eine Schönheit erkennen läßt, welche jeden Menschen, dem einiges Gefühl für die Meisterwerke der Natur innewohnt, mit gerechtem Erstaunen erfüllen muß. Mit Recht sagt ein gründlicher Kenner der Mollusken — Roßmäßler — von der Zunge der Schnecken, daß das ganze Thier- und Pflanzenreich nichts darbiete, woran der Ideenreichthum der Natur und eine unerschöpfliche Mannichfaltigkeit der elegantesten Schönheit in kleinem Raume in solchem Grade sich ausdrücke, wie an jenem winzigen Gliede der Weichthiere.

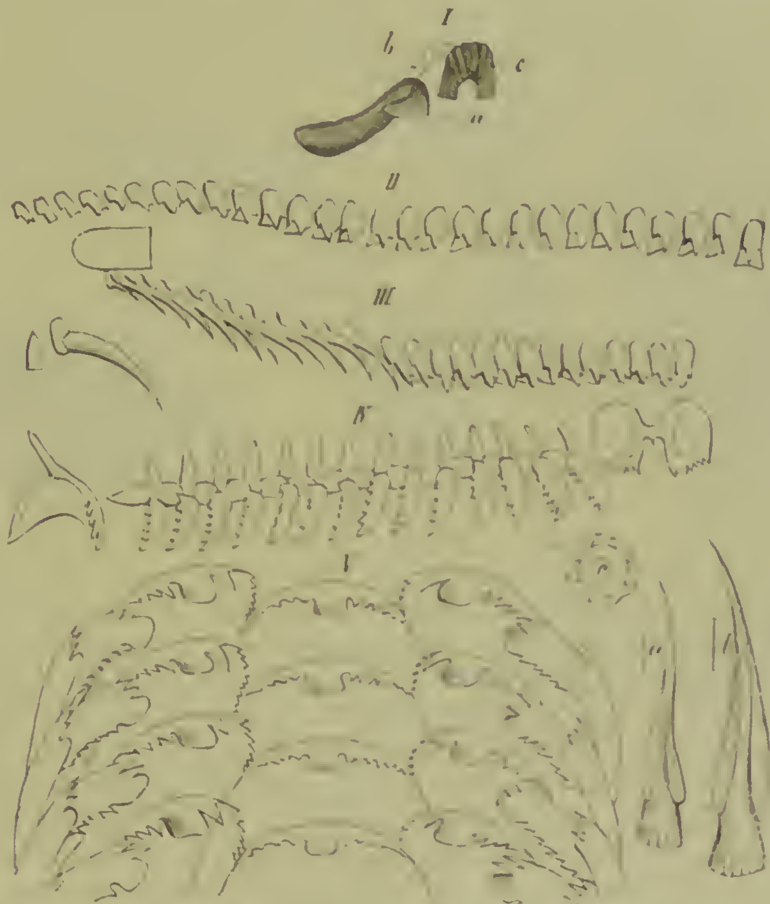


Fig. 164. Schneckenzungen und Liebespfeile der Schnecken.

Hat man doch sogar den Versuch gemacht, nach den Eigenthümlichkeiten der Zungenbildung die ganze große Klasse der Schnecken in ihre natürlichen Gruppen einzutheilen. Bevor ich den Leser aber mit der Zunge der Schnecken bekannt machen kann, habe ich ihn erst über deren Lage im Schneckenkörper zu unterrichten.

An der untern Seite des Vorderkörpers befindet sich bei allen (echten) Mollusken eine ziemlich weite Mundöffnung. Bei den Kopflosen, die, wie so viele Thiere, die im Wasser fein vertheilte organische Substanz genießen und diese durch Hülfe mikroskopischer, beständig schwingender Härchen, der sogenannten Flimmerhaare, die wir bei einer späteren Gelegenheit noch näher kennen lernen werden, aufnehmen, führt dieselbe fast unmittelbar in den weiten Magensack, während

sich bei den kopftragenden Formen daran zunächst eine ansehnliche Mundhöhle anschließt, die von kräftigen Muskelwänden umgeben ist und gewöhnlich als Schlundkopf (Pharynx) bezeichnet wird. Im Innern umschließt dieses Organ eine Anzahl von Horngebilden, die durch die benachbarten Muskeln bewegt werden und Mundwerkzeuge darstellen, mittels deren die betreffenden Thiere eine mehr massenhafte Nahrung ergreifen, festhalten und bearbeiten können. Zu diesen Gebilden gehören die schon bei den Tintenfischen erwähnten schnabelartigen Kiefer, so wie die Zungen, die sich von der untern Fläche der Mundhöhle erheben und auch bei den Schnecken gewöhnlich von kieferartigen Erhebungen begleitet sind.

Wenn man eine der bei uns einheimischen größeren Landschnecken beim Fressen beobachtet, — die Landschnecken genießen bekanntlich eine pflanzliche Nahrung, während die im Meere lebenden Formen mit wenigen Ausnahmen von thierischer Substanz leben — dann erblickt man zunächst hinter der Mundöffnung oben ein halbmondförmiges senkrechtes Hornblatt, den sogenannten Oberkiefer, und unter diesem weiter, aus dem Schlunde herauskommend, einen löffelförmigen Körper, der beim Fressen eine schöpfende oder leckende Bewegung macht. Dieser Körper ist das umgebogene vordere Ende der Zunge. Nach hinten verlängert sich die Zunge in die sogenannte Zungenwurzel, die in einem zapfenförmigen Fortsatze des Schlundkopfes, der Zungenscheide, gelegen ist. Fig. 164 zeigt bei Abb. I die Mundorgane der gemeinen Weinbergsschnecke (Helix pomatia) in schwacher Vergrößerung, bei c den Oberkiefer, bei a die Zunge. Diese Zunge der Schnecken ist ein ganz eigenthümliches Organ, indem sie gleichzeitig den Dienst einer wirklichen Zunge und denjenigen der Zähne oder Kauwerkzeuge versieht. Deshalb besteht sie aus einer großen Menge mikroskopisch kleiner, fester, haken- oder zahnförmiger Körperchen, welche bald feststehend, bald beweglich in eine Haut höchst regelmäßig eingefügt sind und die Oberfläche der Zunge hart und rauh machen. Bei jeder Gattung, ja bei jeder Art, erscheint diese merkwürdige Zunge auf andere Weise aus jenen Zähnchen oder Häkchen zusammengesetzt und diese anders gebildet, wie Abb. II, III, IV und V beweisen, welche Durchschnitte und einzelne Theile verschiedener Schneckenzungen in starker Vergrößerung darstellen. Nämlich II ist die linke Hälfte einer Querreihe von Zähnchen von der Zunge der Weinbergsschnecke, III dieselbe von der Zunge der gemeinen nackten Ackerschnecke (Limax agrestis), IV dieselbe von der Zunge einer deutschen Wasserschnecke, der Blasenschnecke (Physa hypnorum), V eine Anzahl Querreihen von der Zunge der lebendig gebärenden Sumpfschnecke (Paludina vivipara). Die Zahl der so regelmäßig angeordneten Zähnchen oder Häkchen ist ungeheuer; die Zunge der Weinbergsschnecke besitzt deren nach Roßmäßler 19,000! Hier sind die Häkchen ungefähr wie gekrümmte Rosenstacheln gestaltet. „Beim Lecken oder vielmehr Abreiben der Nahrung, denn reibendes Lecken kann man die Verrichtung der Zunge nennen, — sagt Roßmäßler*) — wird der vordere umgebogene Theil derselben fortwährend abgenutzt, und deshalb sind auch hier die Häkchen immer abgestumpft und namentlich die der Spitze oft bis auf bloße Stummel abgenutzt.

„Dabei lösen sich nicht selten, wahrscheinlich je nach Beschaffenheit der Nahrung, ganze Querreihen von Häkchen, ja ganze schachbretartige Partien der Zungenbewehrung los, die dann mit der Nahrung verschluckt und im Darmkanal

und dem ausgeworfenen Koth gefunden werden. Ich habe einmal in einem Kothklumpen ein Feld von wenigstens 200 Zungenzähnchen und niemals den Koth ohne dergleichen gefunden. So würde denn die Zunge bald verbraucht sein, wenn sie sich nicht ersetzte. Dies geschieht in einer auffallenden Weise bei allen Mollusken, die bisher darauf untersucht worden sind. Der hintere Theil der Zunge — die oben erwähnte Zungenwurzel — ist immer im Nachbilden begriffen. Bei ihm bemerkt man die sich neubildenden Häkchen zuerst als feine, zarte Fransen, die allmählich in feste, und gestaltlich ausgebildete übergehen."

Ein nicht minder merkwürdiges Organ des Schneckenkörpers ist der sogenannte Liebespfeil, von dem der Leser vielleicht schon gehört haben wird. Die Schnecken sind nämlich, mit wenigen Ausnahmen, wie ich schon bemerkt habe, Zwitter.

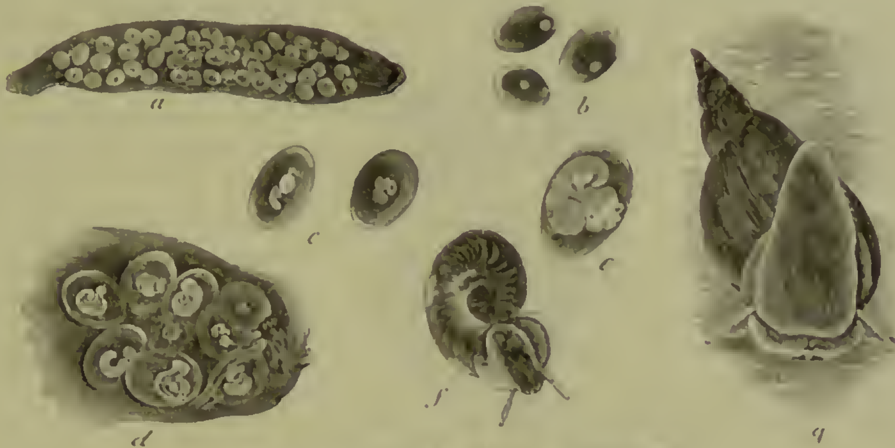


Fig. 165. Entwicklungsgeschichte der Teichschnecken.

Außer den eigentlichen Geschlechtsorganen besitzen nun zahlreiche Landschnecken (Helix) einen kleinen, festen, stielförmigen, scharf zugespitzten, oft vierschneidigen, bald geraden, bald gekrümmten Körper, der aus Kalk besteht und Liebespfeil genannt wird, weil er bei der Begattung als Reizorgan dient und in die äußere Körperhaut eingebohrt wird, wobei er aber regelmäßig abbricht.

Dieses sonderbare Gebilde steckt in einem besonderen Sacke, in welchem es sich immer wieder von Neuem erzeugt, und ist, wie die Zunge, bei jeder Art anders gestaltet. Fig. 164 zeigt stark vergrößert bei a den Liebespfeil der Helix lactea, bei c denselben im Querschnitt, bei b denjenigen der Helix punctata. Die neben den Pfeilen befindlichen Striche deuten deren wirkliche Länge an.

Höchst interessant ist auch die Entwicklungsgeschichte der Schnecken oder die allmähliche Bildung des Thieres und seines Gehäuses. Als Beispiel wählen wir die gemeine Teichschnecke (Limnaeus stagnalis), deren Entwicklungsstufen in Fig. 165 einzeln dargestellt sind. Die Teichschnecke — bei g in vollkommen entwickeltem Zustande und in natürlicher Größe abgebildet — gehört zu den Eier legenden Schnecken, und zwar setzt sie ihre Eier nicht einzeln ab, sondern, gleich allen Süßwasserschnecken, haufenweise in zarte, durchsichtige Säckchen eingeschlossen. Fig. 165 a zeigt einen solchen Eiersack, welcher immer 50 bis 60 Eier enthält, in mäßiger Vergrößerung. Unmittelbar nachdem die Eier gelegt sind, erscheinen

*) „Die Zunge der Weichthiere" in Abel's „Aus der Natur" (Leipzig, Abel), ein sehr lesenswerther und allgemein verständlicher Aufsatz.

dieselben als durchsichtige Bläschen, die einen von farbloser Flüssigkeit umgebenen kleinen Körper von gelblicher Farbe in sich einschließen (b). Dieser letztere erst ist das eigentliche Ei, das sich in den Embryo verwandelt, während die umgebende Flüssigkeit ein Eiweiß darstellt, das, wie bei den Hühnereiern, mit dem Dotter zusammen in eine gemeinschaftliche Schale eingeschlossen ist. Anfangs hat der Dotter eine so geringe Größe, daß er kaum mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden kann, aber allmählich wächst er, und schon nach wenigen Tagen bemerkt man an ihm bei aufmerksamer Betrachtung gewisse Veränderungen. Mit Hülfe des Mikroskops würde man diese Veränderungen Schritt für Schritt haben verfolgen können; man würde gesehen haben, wie der Anfangs kuglige Dotter durch fortgesetzte Spaltung allmählich in einen brombeerförmigen Haufen kleiner Ballen sich umbildete und schließlich in eine periphrische und eine centrale Masse sich sonderte. Nach Verlauf einer Woche unterscheidet man an diesem Körper schon eine Anzahl von Organen und die erste Anlage der Schale, die freilich so dünn ist, daß sie den Einblick in keinerlei Weise hindert (c). Schon früher hat der Embryo begonnen, im Innern des Eiweißes sich zu drehen und seinen Platz zu verändern. Die Drehung rührt von zarten Flimmerhaaren her, welche den Körper bedecken. Inzwischen schreitet die Entwicklung und die Größenzunahme immer fort, so daß man am 16. Tage bereits das gewundene Gehäuse deutlich erkennen kann (d). Am 18. Tage bemerkt man an der vordern, vom Gehäuse nicht bedeckten Seite des Thieres zwei kleine schwarze Fleckchen, die sich bildenden Augen, und am 26. bis 28. Tage hat die Entwicklungsgeschichte ihren Abschluß gefunden (f). Schon vorher war die junge Schnecke dem Ei entschlüpft; bevor sie aber ihre volle Größe und die ihr von der Natur vorgeschriebene Form erlangt, vergehen noch einige Monate.

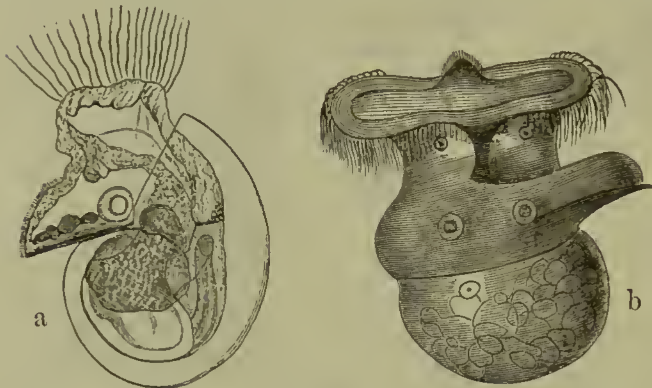


Fig. 166. Gehäusetragende Jugendformen späterer Nacktschnecken: von a Actaeon, b von Firola.

Uebrigens darf man nicht glauben, daß sich die Schnecken sämmtlich in der hier geschilderten Weise entwickelten. Es gilt das namentlich für die meerbewohnenden Arten, die auf einer viel früheren Entwicklungsstufe das Ei verlassen und mittels zweier mit ansehnlichen Flimmerhaaren garnirter scheibenförmiger Lappen (Segel), die neben dem Mund stehen — vergleiche Fig. 166 — und sich in rudimentartigem Zustande auch noch bei den erwachsenen Thieren auffinden lassen, frei im Wasser umher schwimmen, bis sie bei zunehmender Größe und Schwere schließlich zu Boden sinken. Auch die Muschelthiere haben, mit Ausnahme der Flußmuscheln, einen Schwärmzustand, der meistens sogar in einer noch früheren Bildungsperiode anhebt, zu einer Zeit, in der dieselben noch weit von der späteren Organisation entfernt sind. Die einheimischen Muschelthiere tragen ihre Eier merkwürdigerweise bis zur Ausbildung der Embryonen in ihren Kiemen umher, die dadurch zu förmlichen Bruttaschen werden.

Die Tintenfische legen Eier von ziemlich ansehnlicher Größe, gewöhnlich in größerer Menge, zu trauben- oder strangförmigen Massen vereinigt, wie das übrigens auch bei zahlreichen marinen Schnecken vorkommt. Die ganze Entwicklungsgeschichte wird im Innern des Eies durchlaufen, sodaß die Jungen bereits zur Zeit der Geburt wie die Lungenschnecken ihren definitiven Bau besitzen.

Die Würmer.
(Vermes.)

Die Würmer, welche für die Mehrzahl der Menschen (allerdings oft mit Unrecht) ein Gegenstand des Abscheues zu sein pflegen, bilden eine der merkwürdigsten Gruppen des Thierreichs. Es haben nämlich dieselben (wenigstens viele und gerade die für die Menschen wichtigsten d. h. die Eingeweidewürmer), abgesehen von vielen sonderbaren Eigenthümlichkeiten ihrer innern Organisation, eine höchst wunderbare Fortpflanzung und Entwicklungsgeschichte, welche eben so geeignet ist, bei Unkundigen Zweifel über die Wahrheit der darüber gemachten Beobachtungen zu erregen, als Jeden, welcher für die Wunder der Natur empfänglich ist, in das größte Erstaunen zu versetzen. Die Würmer verdienen deshalb hier eine ganz besondere Berücksichtigung, und zwar um so mehr, als wir unsere gegenwärtige Kenntniß dieser verachteten Geschöpfe lediglich der mikroskopischen Forschung verdanken. Dem Mikroskop blieb es vorbehalten, das Dunkel zu lichten, in welches diese Thiere Jahrhunderte lang gehüllt waren, und die vielen irrigen, zum Theil abergläubischen Meinungen zu widerlegen, welche besonders über die Eingeweidewürmer bei Laien, Naturforschern und Aerzten sich fanden und oft die widersinnigsten Maßregeln bei Vertreibung jener Würmer aus dem Körper des Menschen oder der Hausthiere hervorgerufen hatten. Wahrlich, selten hat das Mikroskop einen schöneren Sieg errungen, selten die Naturforschung der Menschheit einen größeren Dienst erwiesen!

Die große Abtheilung der Würmer läßt sich in vier Hauptklassen sondern, welche Rundwürmer (Nemathelmia), Plattwürmer (Platyelmia), Räderthiere (Rotatoria) und Ringelwürmer (Annulata) genannt werden. Von den mikroskopisch kleinen Räderthieren ist bereits im ersten Abschnitte die Rede gewesen. Sie sind in neuerer Zeit besonders durch die Entdeckung interessant geworden, daß die Männchen keinen Darm besitzen und somit außer Stande sind, sich selbständig zu erhalten. Sie leben nur wenige Stunden, so lange die Nahrungsstoffe ausreichen, die sie aus dem Ei noch mitbringen, verlassen dieses aber bereits in völlig geschlechtsreifem Zustande. Unter den drei übrigen Klassen schließen sich die Ringelwürmer, deren bekanntester Repräsentant der gemeine Regenwurm ist, durch die deutliche Gliederung des Leibes, durch das Vorkommen wirklicher Gliedmaßen und den Besitz eines deutlichen, mit Sinnesorganen versehenen Kopfes unmittelbar an die eigentlichen Gliederthiere an. Dagegen sind die Rund- und Plattwürmer höchst unvollkommen organisirte Geschöpfe; manche, die zugleich eine fast mikroskopische Kleinheit besitzen, erinnern bei erster Untersuchung selbst mehr an Infusorien als an Gliederthiere. Während die Ringelwürmer eine derbe Haut haben, sind die Rund- und Plattwürmer in der Regel weich; bei manchen Plattwürmern steigert sich die Weichheit des Leibes

selbst bis zum Zerfließen, wenn dieselben an die Luft gebracht werden. Die Körperbeschaffenheit ist also vielfach dieselbe wie bei den Weichthieren, allein andererseits besitzen die Würmer in der streng symmetrischen Bildung ihres Leibes, welcher stets durch eine Mittellinie in zwei vollkommen gleiche Hälften geschieden wird und in der innern Organisation so vielerlei Abweichungen, daß sie meist leicht von denselben sich unterscheiden lassen.

Die Mehrzahl der Rund- und Plattwürmer führt ein träges Schmarotzerleben, sei es im Innern anderer Thiere, sei es an deren Außenfläche, und dies erklärt hinreichend die Unvollkommenheit ihrer Organisation. Denn wo immer wir im Thier- oder Pflanzenreich Schmarotzern begegnen, da werden wir finden, daß dieselben im Vergleich mit verwandten, aber nicht schmarotzenden Thieren viel unvollkommener sind. Und das erscheint uns auch vollkommen natürlich, sobald wir bedenken, daß der Parasitismus an die Leistungsfähigkeit der Bewegungsapparate und Sinnesorgane nur geringe Anforderungen stellt. Mit diesen Würmern oder den Eingeweidewürmern (Entozoa, Helminthes — daher Helminthologie, d. i. die Lehre von den Eingeweidewürmern) wollen wir uns nun hier vorzugsweise beschäftigen.

An keiner Klasse belebter Wesen hat die Lehre von der Urzeugung einen so festen Anhalt gefunden, wie an den Eingeweidewürmern. Das oft räthselhafte plötzliche Auftreten und Wiederverschwinden dieser lästigen und zum Theil gefährlichen Parasiten, das Vorkommen vieler derselben im Innern abgeschlossener Organe (z. B. des Gehirns und Auges, der Leber, des Muskelfleisches) und die Krankheitserscheinungen, welche sehr häufig mit der Anwesenheit derartiger Thiere verknüpft sind: Alles hat dazu beigetragen, im Laufe der Zeit die Ansicht zu entwickeln und als ausgemachte Wahrheit hinzustellen, die Eingeweidewürmer seien das Produkt einer krankhaften Entartung der Säfte und erzeugten sich von selbst infolge innerer Krankheitszustände des Menschen und der verschiedenen Thierarten, in und an welchen man solche Würmer gefunden hat. Mit dieser allerdings sehr bequemen Anschauungsweise, welche noch jetzt gelegentlich nicht allein von Laien, sondern sogar von Aerzten und Thierärzten, nämlich solchen, die sich um die mikroskopischen Forschungen der Neuzeit nicht gekümmert haben, mit Hartnäckigkeit vertheidigt wird, hat man sich bis auf die neueste Zeit zufrieden gegeben und auf Grund derselben oft die widersinnigste Behandlung der sogenannten Wurmkrankheiten in Anwendung gebracht. Erst in den letztvergangenen Jahrzehnten wurde die merkwürdige Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer durch genaue Beobachtungen, mikroskopische Forschungen und zweckmäßige Experimente an Thieren und Menschen aufgeklärt, und unwiderleglich nachgewiesen, daß kein Eingeweidewurm von selbst entstehen kann, daß vielmehr auch diese Thiere sich nur durch Eier fortpflanzen und nur von außen her in den Thier- und Menschenkörper eindringen, daß folglich auch die im Gefolge von Eingeweidewürmern vorkommenden Krankheitserscheinungen durch die Thätigkeit dieser Würmer hervorgebracht werden, nicht aber umgekehrt die Würmer das Produkt von krankhaften Zuständen sind. Und zwar verdankt die Welt diese hochwichtige Aufklärung wieder vorzugsweise dem deutschen Fleiß und dem deutschen Scharfsinn, indem unter den verschiedenen Aerzten und Naturforschern, welche sich in neuerer und neuester Zeit mit der Naturgeschichte der Eingeweidewürmer beschäftigt haben, die Professoren v. Siebold in München und Leuckart in

Leipzig (vormals in Gießen), Dr. Küchenmeister in Dresden und Haubner, Professor an der königl. Thierarzneischule zu Dresden, die hervorragendsten Stellen einnehmen. Die Untersuchungen dieser und anderer Forscher haben im Allgemeinen übereinstimmend ergeben, daß die Eier der Eingeweidewürmer mikroskopisch klein sind, und daß aus diesen Eiern nicht ein dem Mutterthier gleicher Wurm ausschlüpft, sondern ein Junges, welches demselben mehr oder minder unähnlich ist, auch oftmals nicht selbst zur Form und Geschlechtsreife des Mutterthieres zurückkehrt, sondern letztere erst in seinen auf ungeschlechtlichem Wege erzeugten Nachkommen zur Ausbildung bringt.

Diese ungeschlechtlichen Zwischenformen (Geschöpfe also, wie wir sie schon früher bei den Quallenpolypen und Salpen angetroffen haben) pflegt man seit Steenstrup's berühmtem Werke über den „Generationswechsel“ als Ammen zu bezeichnen. Steenstrup selbst definirt den „Generationswechsel“ als diejenige Fortpflanzungsweise, bei der ein Thier eine Brut gebiert, die nicht dem Mutterthiere ähnlich ist oder wird, sondern, diesem unähnlich, selbst eine Brut hervorbringt, die zur Form und ganzen Bedeutung des Mutterthieres zurückkehrt, so daß also ein Mutterthier nicht in seiner eignen Brut, sondern erst in seinen Nachkommen späterer Generation seines Gleichen wiederfindet. Hiernach versteht es sich von selbst, daß und wie weit der Generationswechsel von der gewöhnlichen Metamorphose, die Amme von den gewöhnlichen Larven verschieden ist. Bei der sogenannten „Verwandlung“ oder „Metamorphose“ z. B. der Insekten durchläuft ein und dasselbe Thier nach und nach oder periodisch verschiedene Entwicklungszustände, denn der Schmetterling ist noch dasselbe Thier, welches als Raupe aus dem Ei auslief. Bei dem Entwicklungsgange der Thiere mit Generationswechsel geht das aus dem Ei zunächst entstandene Junge zu Grunde, nachdem es zuvor das vollkommene geschlechtsreife Thier geboren oder eine andere Amme erzeugt hat, welche dann ihrerseits erst das vollkommene Thier gebiert. Ob die Amme nach der Erzeugung der Geschlechtsthiere zu Grunde geht, oder dieselben überdauert, vielleicht gar mit denselben, wie wir das bei gewissen Quallenpolypen oben antrafen und auch bei den Bandwürmern wiederfinden werden, zu einer gemeinschaftlichen Kolonie verbunden bleibt, hat dabei einen nur sekundären Werth.

In biologischer Hinsicht gilt für die Eingeweidewürmer das Gesetz, daß die junge Brut niemals ohne Weiteres neben dem Mutterthiere aufwächst. Die Eier oder Embryonen derselben verlassen den Körper des „Wirthes“, d. h. des Thieres, welches den Eingeweidewurm beherbergt, und zwar gewöhnlich — da die größere Mehrzahl der geschlechtsreifen Eingeweidewürmer die Eingeweide, vornehmlich den Darmkanal, bewohnt — mit den Auswurfsstoffen, besonders dem Kothe.

Ich will hier gleich einschalten, daß man, da vollkommene im Darmkanal lebende Würmer selbst nach Anwendung stark wirkender Abtreibungsmittel nicht immer mit den Excrementen abgehen, bei sonst verdächtigen Symptomen die Frage, ob ein Mensch oder Thier mit Würmern behaftet sei, nur mittels des Mikroskops entscheiden kann. Ist auch vielleicht nur ein einziger geschlechtsreifer Wurm im Darmkanal, so werden sich im Koth, und zwar in den schleimigen Partien desselben, doch stets Eier vorfinden, denn die geschlechtsreifen Würmer entwickeln — wie es scheint, ununterbrochen — eine Unzahl von Eiern, welche nach außen abgehen. Zur Auffindung solcher Wurmeier ist mindestens eine

150fache, zur genauen Bestimmung derselben, d. h. um ihre Formen- und Strukturverschiedenheiten zu erkennen, und zu entscheiden, von welcher Wurmart die betreffenden Eier abstammen, eine 300fache Linearvergrößerung erforderlich. Fig. 167 zeigt verschiedene Wurmeier in 320facher Linearvergrößerung (a ist ein Ei von Trichocephalus dispar, b von Oxyuris vermicularis, c von Ascaris lumbricoides, dem Spulwurm, d vom breiten, e vom schmalen Bandwurm). Gelangen die Eier nach dem Austritt aus dem Körper des Wirthes nun in Verhältnisse, welche der Entwicklung günstig sind, so bildet sich der Embryo bald völlig aus.

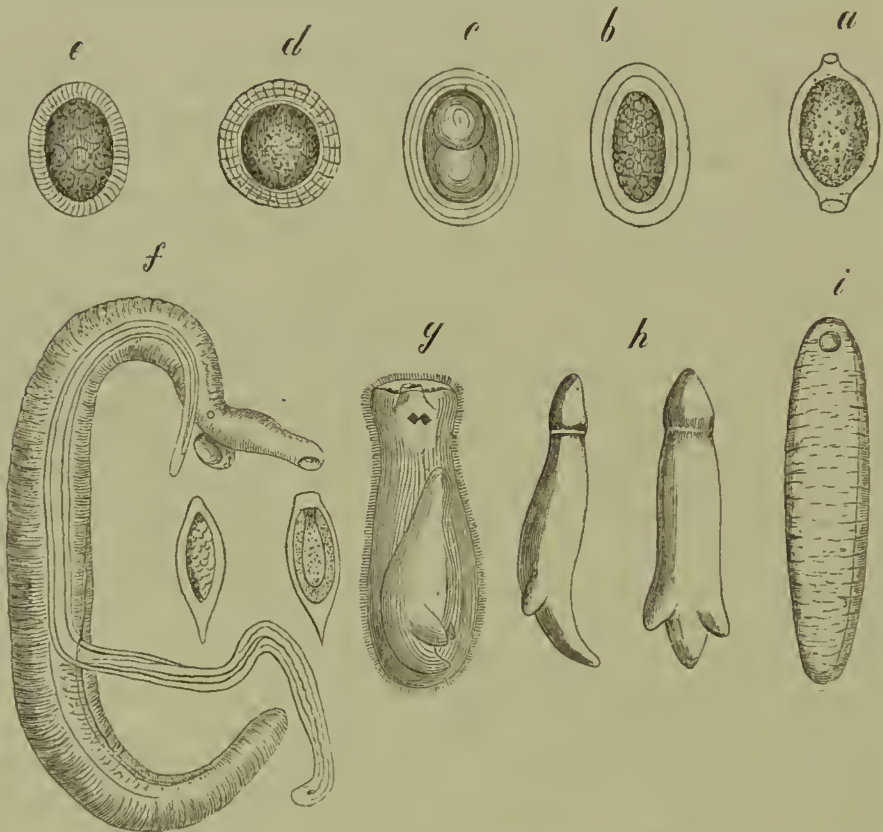


Fig. 167. Eier und Ammen von Eingeweidewürmern, Saugwürmern.

In vielen Fällen schlüpft übrigens der Embryo auch im Freien aus, um dann im Wasser oder der feuchten Erde eine Zeit lang zu leben, bevor er nach Schmarotzerart sich ansiedelt. So müssen die Eier der meisten Saugwürmer, einer Gruppe aus der Abtheilung der Plattwürmer, ins Wasser gelangen, sollen die darin befindlichen Jungen auskommen. Mit Hülfe eines Flimmerkleides schwimmen dieselben dann, Infusorien ähnlich, einige Zeit umher. Ist der Zufall günstig, dann finden sie dabei ein geeignetes Wohnthier, meist ein Mollusk, in das sie einwandern, um sich weiter zu entwickeln. Fig. 167 mag uns bei Nachfolgendem zur Erläuterung dienen. Dort ist ein kleiner Saugwurm, Monostomum mutabile, in mehreren verschiedenen Generationsstufen abgebildet. Den vollkommenen, mit einem Saugnapf, innerhalb dessen sich die Mundöffnung befindet, versehenen Wurm (bei i in doppelter Größe) findet man häufig in den unterhalb der Augen liegenden Backenhöhlen der Gänse, Enten und anderer Wasservögel. Die Eier gerathen durch die Rachenhöhle ins Freie, und gelangen

sie zufällig ins Wasser, so läuft aus ihnen die erste Ammenbrut (g) oder die „Großamme", ein infusorienartiges Thier, aus, welche in Wasserschnecken und Muscheln einzuwandern sucht und hier die „Amme" (h) gebiert. In dieser letzteren entsteht nun eine neue Brut von Thieren, die den geschlechtsreifen Würmern ähnlich ist, aber natürlich eine sehr geringe Größe besitzt und durch die Anwesenheit eines langen Schwanzanhanges so auffallend sich auszeichnet, daß die früheren Beobachter darin Geschöpfe besonderer Art, sogenannte Cercarien, zu erkennen glaubten. Der äußerst bewegliche Schwanzanhang befähigt diese Würmchen zu einer raschen Schwimmbewegung, die auch geübt wird, nachdem dieselben aus dem Innern ihrer Ammen hervorgekrochen sind und den Körper ihres Wirthes verlassen haben. Aber der freie Zustand führt die jungen Würmer auch jetzt noch nicht in ihren definitiven Träger. Sie suchen abermals einen Zwischenwirth, vielleicht wiederum eine Schnecke oder ein Krebsthier, und dringen, oftmals mit Hülfe eines Bohrstachels, in denselben ein. Der Schwanz bleibt gewöhnlich in dem Bohrloche hängen, so daß nur der eigentliche Leib mit dem Darme und den übrigen Eingeweiden eindringt. Im Innern dieses neuen Wirthes umgiebt sich dann der Wurm mit einer zumeist von ihm selbst abgesonderten Kapselwand, unter deren Schutze er unverändert Monate und Jahre lang leben bleibt. Wird nun ein solcher Wurmträger zufällig von einem geeigneten größern Thiere — in unserm Falle also von einem Wasservogel — gefressen, so fällt der Parasit infolge der Einwirkung der Verdauungssäfte aus seiner Kapsel aus, um in dem neuen Wirthe nach mehr oder minder langer und beschwerlicher Wanderung schließlich seine definitive Wohnstätte zu finden.

Weil dieses Wandern der Wurmbrut aus einem Thier in das andere einzig und allein dem Zufall anheimgegeben ist, so hat die Natur dafür Sorge getragen, daß es an Eiern niemals fehle, und daher alle Eingeweidewürmer mit einer wahrhaft fabelhaften Fruchtbarkeit ausgestattet. Ein einziger weiblicher Spulwurm vermag Hunderttausende von Eiern zu legen, und dennoch ist diese Fruchtbarkeit klein zu nennen im Vergleich mit derjenigen der Bandwürmer, von welchen ich bald ausführlicher zu sprechen haben werde. Millionen, ja Billionen von Wurmeiern gehen sicherlich unentwickelt zu Grunde; denn wenn auch die Eier der Eingeweidewürmer mit einer außerordentlichen Lebenszähigkeit begabt sind, so daß sie Monate lang selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen, z. B. in Mistjauche, im Schnee und Eise, oder bei anhaltender Hitze, entwicklungsfähig zu bleiben vermögen, so müssen sie zuletzt doch umkommen, wenn dergleichen ungünstige Verhältnisse allzu lange auf sie einwirken. Wäre dies nicht der Fall, so würden sich weder die Menschen noch die Thiere vor Eingeweidewürmern retten können, Menschen und Thiere würden von solchen Würmern strotzen und ihnen zum Opfer fallen! So aber brauchen wir uns vor der unsichtbaren Wurmbrut trotz deren Häufigkeit nicht zu sehr zu fürchten; ja selbst solchen Personen, welche mit Würmern behaftet sind, muß der Gedanke, daß deren Brut weder in ihnen bleibt, noch sich in ihnen zu entwickeln vermag, eine gewisse Beruhigung gewähren.

Den interessantesten Generationswechsel und die merkwürdigsten Wanderungen der Wurmbrut findet man übrigens bei den Bandwürmern (Cestoden), gleichfalls einer Familie der Plattwürmer. Bevor ich aber meinen Lesern eine Schilderung von der Entwicklungsgeschichte dieser mit Recht gefürchteten und

verabscheuten Parasiten entwerfe, muß ich sie zuvor mit der Gestaltung der vollkommen geschlechtsreifen Würmer bekannt machen. Die Bandwürmer leben ausschließlich im Darmkanal, und zwar meist in den Dünndärmen der Wirbelthiere, besonders der fleischfressenden Thiere (vierfüßiger Raubthiere, Raubvögel, Raubfische, insektenfressender Vögel, und auch des Menschen). Die bei dem Menschen und den Raubthieren vorkommenden Bandwürmer sind stets gegliedert und die Glieder — ein jedes! — in vollkommen „reifem", d. h. ausgebildetem Zustande sowol mit männlichen wie mit weiblichen Geschlechtsorganen versehen.

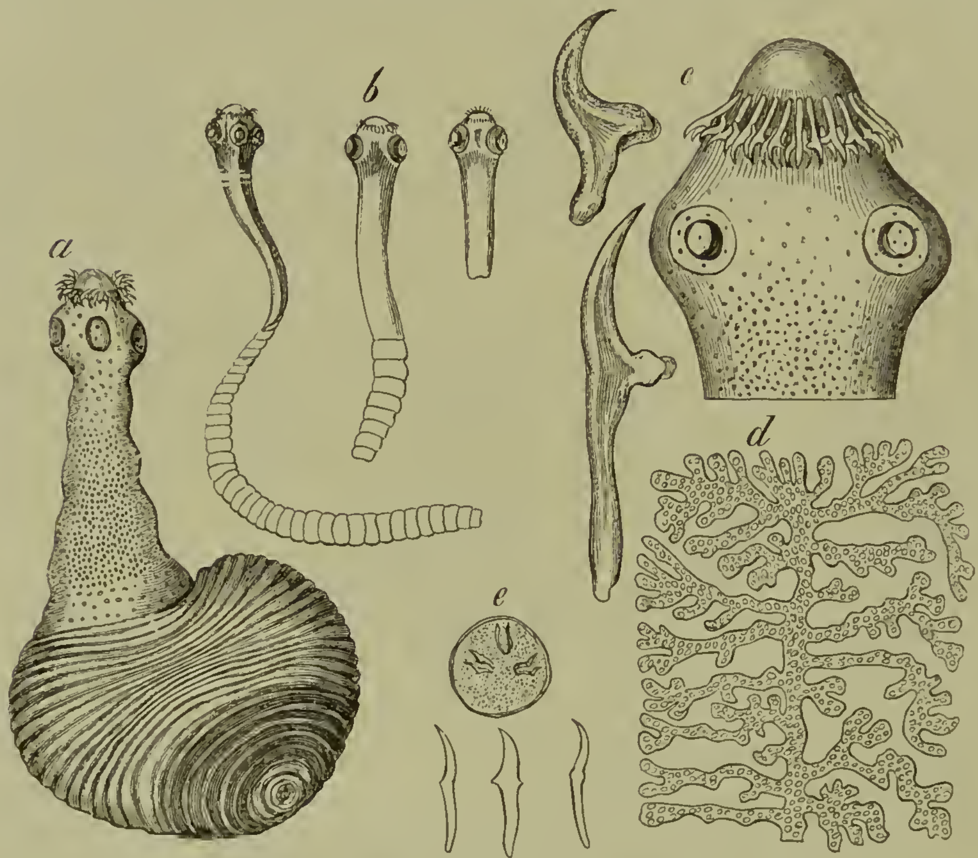


Fig. 168. Kopfende, Haken und Fruchthalter von Bandwürmern; Blasenwürmer.

Ein einziges reifes Glied kann Tausende von Eiern erzeugen und in seinem Fruchthalter anhäufen (Fig. 168 d, ein Fruchthalter des Hundebandwurms, Taenia serrata, kaum fünfzigfach vergrößert). Diese Glieder knospen am Hinterrand des sogenannten „Kopfes", welcher sich stets am dünnen Ende des Wurms befindet und meist sehr klein ist, und zwar sämmtlich so, daß das zweite Glied nicht etwa aus dem ersten hervorwächst, sondern wieder aus dem Kopfe, indem es sich zwischen diesen und das ältere Glied einschiebt. Das dritte Glied erzeugt sich sodann zwischen dem Kopfe und dem zweiten, das vierte zwischen dem Kopfe und dem dritten Gliede, und so fort. Die Zahl der Glieder, die ein Bandwurmkopf zu erzeugen vermag, ist ungeheuer, was dem Leser bekannt sein und noch deutlicher werden wird, wenn er bedenkt, daß der gemeine Menschenbandwurm (Taenia solium) nach und nach eine Länge bis zu 3 und der breite (Taenia mediocanellata) sogar bis zu $6^1/_2$ Meter erreicht! Andere Arten sollen sogar bis über 30 Meter

lang werden. Während nun aber vorn, am Kopfende der Kette, immer neue Glieder entstehen, lösen sich die ältesten, die vom Kopfe am weitesten entfernt sind, (die sogenannten Proglottiden) einzeln oder zu mehreren verbunden fortwährend von selbst ab, um mit den Exkrementen ins Freie zu gelangen. Dies geschieht, sobald die Glieder reif geworden sind, d. h. sobald — wenigstens bei den Tänien — die schon früher gebildeten und in den Fruchthalter übergetretenen Eier einen Embryo in sich ausgeschieden haben. Somit ist jedes Bandwurmglied im gewissen Sinne ein Thier für sich, und zwar ein Zwitter, und der „Bandwurm" demnach eine Kolonie von unter sich verbundenen Zwitter-Thieren oder Individuen. In der That ist der sogenannte Kopf der Bandwürmer keineswegs etwa dem Kopfe einer Raupe zu vergleichen, was schon daraus zur Genüge hervorgeht, daß an demselben keine Sinnesorgane, keine Mundöffnung sich befinden. Er ist vielmehr gleichfalls ein Individuum, die „Amme", oder, wenn man lieber will, die Mutter der Geschlechtsthiere, die selbst freilich niemals Geschlechtsorgane bekommt. Auf diese Weise erklärt sich denn auch die Thatsache, daß eine Bandwurmkur nur mit der Entfernung des „Kopfes" ein erwünschtes Resultat hat, aber fehlschlägt, wenn die Kette hinter dem (weiterknospenden) Kopfe, am sogenannten Halse, abreißt.

Mund und Darmkanal fehlt den Bandwurmern (und einigen andern Eingeweidewürmern). Die Ernährung geschieht durch Absorption der den Wurm umgebenden Flüssigkeiten, also in ähnlicher Weise, wie bei den Pflanzen, und zwar an allen Punkten der Körperoberfläche. Der Kopf dient — abgesehen von seiner Bedeutung als „Amme" — nur zur Befestigung. Die mikroskopische Untersuchung lehrt nämlich, daß derselbe stets mit Saugnäpfen oder Sauggruben (bei Taenia findet man stets vier übers Kreuz gestellte Saugnäpfe, bei Bothriocephalus zwei oder vier Sauggruben) versehen ist, mit denen er der Darmwand anhängt. In zahlreichen Fällen gesellt sich zu diesen Saugwerkzeugen noch ein Hakenapparat von verschiedener Bildung, bei Taenia z. B. ein bald einfacher, bald auch doppelter Kranz von klauenförmigen Haken, die mit einer Doppelwurzel um den rüsselartig vorstehenden Scheitel eingepflanzt sind (s. Fig. 168, wo bei c der Kopf von Taenia serrata, daneben je ein Haken des doppelten Hakenkranzes stark vergrößert dargestellt ist). Mit diesem Hakenkranz vermögen sich die Tänien fest in die Darmwand einzuhaken, und daher kommt es, daß der Kopf so häufig in derselben haften bleibt. Uebrigens sind auch die Saugnäpfe allein schon sehr kräftige Haftwerkzeuge, denn die Taenia mediocanellata, die der Haken entbehrt (dafür allerdings sehr große Saugnäpfe besitzt), ist mindestens eben so schwer vollständig zu entfernen, wie die Taenia solium. Die an den Kopf grenzenden jüngsten Glieder sind natürlich immer die schmalsten und kleinsten, die vom Kopf entferntesten oder ältesten die größten. Ihre Form ist nicht allein für jede Bandwurmart charakteristisch, sondern auch, je nach dem Alter oder dem Entwicklungszustande, in derselben Kette verschieden.

So große Beschwerden die Bandwürmer zu verursachen vermögen, so sind dieselben doch bei weitem nicht so gefährliche Thiere, wie ihre Jugendformen. Man hat dieselben längst gekannt, aber nicht gewußt, daß diese eigenthümlichen und gefährlichen Parasiten von Bandwürmern abstammen und wieder zu Bandwürmern werden. Es sind die sogenannten Blasenwürmer, Würmer, welche man bis auf die neuere Zeit als eigne Familie der Eingeweidewürmer betrachtete, obwol sie insofern sehr eigenthümlich dastanden, als man bei ihnen gar keine

Geschlechtsorgane finden konnte. Die bekanntesten Blasenwürmer sind die **Finnen** (z. B. die Schweinefinnen), die **Quese** oder der **Drehwurm**, welcher im Gehirn der Schafe und Rinder lebt und die stets tödlich endende Drehkrankheit verursacht, und die **Igel-** oder **Hülsenwürmer**, welche in der Leber des Schafes, Rindes, Schweines und des Menschen vorkommen und zuletzt meist, oft nach jahrelangen, schweren und schmerzhaften Leiden, den Tod herbeiführen. Die Wissenschaft hat diese sehr verschiedenartig gestalteten Blasenwürmer lange als eigene Wurmgattungen betrachtet (die theils im Muskelfleisch, theils in edlen innern Eingeweiden lebenden Finnen bildeten die Gattung Cysticercus, die Drehwürmer die Gattung Coenurus, die Igelwürmer die Gattung Echinococcus).

Alle Blasenwürmer stimmen darin überein, daß sie einen dünnhäutigen, mit wässriger Flüssigkeit erfüllten blasenartigen Körper haben. Die Blase trägt entweder einen einzigen rüsselartigen Aufsatz (Kopf), welcher im Ruhezustand in die Blase hineingestülpt ist, aber daraus auch nach außen hervortreten kann (bei Cysticercus; s. in Fig. 168 bei a die vergrößerte Abbildung von C. tenuicollis), oder sie ist mehreren bis vielen Köpfen gemeinsam (bei dem Drehwurm), oder sie umschließt eine Menge kleiner Köpfe, welche, gruppenweise von einer gemeinschaftlichen Kapsel umhüllt, an ihrer innern Wandung sitzen (bei den Igelwürmern). Bei den Igelwürmern erreicht die Blase die Größe einer Faust, ja nicht selten sogar die eines Kinderkopfes; auch bei dem Drehwurm werden die Blasen ansehnlich groß. Die sogenannten Köpfe aller dieser verschiedenen Blasenwürmer sind mit Saugnäpfen und Hakenkränzen versehen (s. Fig. 168 a) und sehen daher genau so aus wie Bandwurmköpfe. In der That sind sie auch nichts Anderes. Die Blasenwürmer werfen nämlich, wenn sie (mit der Nahrung) in den Darmkanal fleischfressender Thiere gelangen, ihre Blase ab, haken sich an der Darmwand ein und erzeugen nun sofort Bandwurmglieder auf die oben beschriebene Weise. Zahlreiche Versuche mit Hunden, Katzen, ja selbst mit Menschen (mit zum Tode verurtheilten Verbrechern), denen man lebende Blasenwürmer mit dem Futter oder dem Essen reichte, haben unwiderleglich bewiesen, daß die Bandwürmer sich aus den Blasenwürmern entwickeln, indem man, wenn die mit den Blasenwürmern gefütterten Thiere später geschlachtet wurden, je nach der Zeit, welche seit der Fütterung verstrichen war, Bandwürmer der verschiedensten Entwicklungsstadien in ihrem Darmkanal antraf. Fig. 168 b zeigt drei verschiedene Entwicklungsstufen eines Bandwurms, welche sich im Darmkanal eines mit Drehwürmern gefütterten Hundes gebildet hatten, schwach vergrößert. Dieser nur beim Hunde vorkommende, stets aus dem Drehwurm hervorgehende Bandwurm hat den Namen Taenia Coenurus erhalten. Außer diesem kommen bei den Hunden noch vier andere Bandwurmarten vor, nämlich Taenia serrata, welche aus einer Finne (Cysticercus pisiformis), die im Netze der Hasen und Kaninchen gefunden wird, entsteht, Taenia marginata, die aus dem das Gekröse, die Bauch- und Lungenhäute von Wiederkäuern und Schweinen bewohnenden Cyst. tenuicollis sich bildet, ferner Taenia Echinococcus, die aus den Igelwürmern der Wiederkäuer (der Rehe, Hirsche, Ziegen, Schafe, Rinder) hervorgeht und Taenia cucumerina, die ihren Jugendzustand (als ein fast mikroskopischer Blasenwurm) in den Hundeläusen (Trichodectes) verlebt. Der bei den Katzen vorkommende Bandwurm, Taenia crassicollis, entsteht aus einer die Mäuse und Ratten bewohnenden Finne (Cyst. fasciolaris), die beim Fuchs vorkommende T. crassiceps aus einer andern

in den Feldmäusen lebenden Finne (Cyst. longicollis), endlich der schmale menschliche Bandwurm, T. Solium — aus der Schweinefinne (Cyst. cellulosae). Außer dieser Taenia solium beherbergt der Mensch übrigens noch einen zweiten Blasenbandwurm, der früher vielfach damit verwechselt wurde, obwol er sich durch seine Größe, sein feistes Aussehen und Abwesenheit eines Hakenkranzes zur Genüge davon unterscheidet, die Taen. mediocanellata oder saginata, die aus einer im Fleische des Rindes und anderer Wiederkäuer lebenden Finne hervorgeht. Die menschlichen Bandwürmer sind folglich eben so wenig, wie irgend ein anderer Eingeweidewurm, das Produkt einer Krankheit, sondern vermögen sich nur infolge des Genusses finnigen Fleisches, d. h. solchen mit noch lebenden Finnen, wie sie nicht blos in rohem Fleische, sondern gelegentlich auch in unvollständig durchbratenen oder durchräucherten Eßwaaren vorkommen, zu erzeugen. Wo, wie in Abessinien und andern Gegenden, das Fleisch roh gegessen wird, da gehört der Bandwurm bekanntlich zu den häufigsten Vorkommnissen. Ich spreche hier übrigens nur von den Blasenbandwürmern des Menschen, denn der in Rußland, Schweden, der Westschweiz weit verbreitete sogenannte Grubenkopf (Bothriocephalus latus), der gleichfalls zu einer erklecklichen Größe heranwächst, wird auf eine andere, bis jetzt noch nicht vollständig aufgeklärte Weise, in den Menschen übertragen.

Wie gelangen aber — höre ich meine Leser fragen — die Blasenwürmer in das Muskelfleisch, die innern Eingeweide, das Gehirn u. s. w. der oben genannten, nicht fleischfressenden Thiere, und was wird aus den Bandwurmeiern? Die Beantwortung dieser Frage war nur auf experimentellem Wege unter Zuhülfenahme des Mikroskops zu lösen, und sie ist auf diesem Wege gelöst worden! Eine starke (3—400fache Vergrößerung läßt schon in den Eiern (in Fig. 167 bei d) der Bandwürmer einen sich bewegenden Embryo erkennen, welcher, wenn dergleichen Eier oder abgestoßene, von reifen Eiern strotzende Bandwurmglieder von den obengenannten Thieren, die den Blasenwürmern als Aufenthalt dienen, gefressen werden, die Eischale durchbrechen, hierauf den Darmkanal des Thieres, in den sie gelangt sind, durchbohren und sich gewaltsam einen Weg nach denjenigen Organen bahnen, in denen sie sich weiter entwickeln können und wohin sie instinktmäßig den Weg zu finden wissen. Die Bandwurmembryonen oder richtiger Bandwurmgroßammen sind zu diesem Behufe mit drei Paaren verschieden gestalteter, sehr scharfer Häkchen aus Horn versehen, die ihnen zum Bohren und Graben dienen (s. Fig. 168, wo bei e eine solche Großamme, darunter deren Haken stark vergrößert dargestellt sind). An dem Orte ihrer Bestimmung angelangt, verwandelt sich eine solche Großamme durch Wachsthum allmählich in einen Blasenkörper, der früher oder später dann einen Bandwurmkopf hervorknospen läßt, auch gelegentlich — bei den vielköpfigen Arten — diesen Knospungsprozeß wiederholt. Sowol die Wanderung der Bandwurmembryonen oder Großammen durch die verschiedenen Gewebe des Thierkörpers hindurch, als die Umbildung der Großammen in Blasenwürmer ist direkt beobachtet, und die Entstehung der letztern aus Bandwurmeiern durch zahlreiche Experimente bewiesen worden. Man hat nämlich sowol Schweine als Schafe und andere wiederkäuende Thiere mit den Eiern oder reifen Gliedern der oben genannten verschiedenen Bandwurmarten des Hundes und Menschen gefüttert und je nach den Versuchsthieren und der verwendeten Bandwurmart gefunden, daß bei den

Schafen die Drehkrankheit ausbrach, bei den Schweinen bald der Cyst. tenuicollis, bald der Echinococcus sich einfand. Ebenso zeigten sich Schweine oder Rinder, welche mit dem menschlichen Bandwurm gefüttert wurden, bestimmte Zeit nach der Tödtung voller Finnen in ihrem Fleische. Es leidet somit keinen Zweifel, daß die Blasenwürmer aus Bandwurmeiern hervorgehen und umgekehrt, daß die Bandwürmer aus den an oder in den Blasen der Blasenwürmer befindlichen Köpfen oder Ammen entstehen.

Schließlich will ich hier noch die wohl zu erwägende Bemerkung anfügen, daß auch der Mensch alle Ursache hat, sich vor den Eiern der Bandwürmer, besonders des schmalen und der bei dem Hunde vorkommenden Bandwurmarten zu hüten, indem dergleichen reife Bandwurmeier, wenn sie, vielleicht zufällig mit Gemüsen, Salat und anderen Speisen oder mit dem Wasser in den Magen gelangen, sich daselbst ebenfalls weiter zu entwickeln und je nach der Bandwurmart zu Fleischfinnen (Cyst. cellulosae) oder Igelwürmern auszubilden vermögen, welche dann dieselben Organe bewohnen, wie bei den oben genannten wiederkäuenden Thieren und beim Schweine. Die Folgen für die Gesundheit sind natürlich unausbleiblich. Die Finne im Auge erzeugt Blindheit, im Hirne Krämpfe oder Geisteskrankheit, und der Echinococcus führt nicht selten den Tod herbei. Wir wissen auch, daß bestimmte Blasenwürmer, besonders Echinococcen, in gewissen Gegenden außerordentlich häufig sind. Hunderte erkranken und sterben auf Island alljährlich an der sogenannten „Leberseuche", d. h. infolge der Zerstörung der Leber durch den Igelwurm, entstanden aus Eiern der Taenia Echinococcus des Hundes, was sich aus der Lebensweise und den Sitten jener Leute, aus dem Zusammenleben mit ihren zahlreichen Hunden u. s. w. leicht erklärt. Und der Echinococcus ist keineswegs der einzige Eingeweidewurm, den wir von dem Hunde beziehen. Wenn wir dann weiter in Betracht ziehen, daß auch unsere Hausthiere vielfach von demselben mit Helminthenkeimen infizirt werden, so haben wir allen Grund, dieses sonst so nützliche Geschöpf sorgfältig zu überwachen, um uns selbst und unser Vieh vor Band- und Blasenwürmern zu schützen! Alle übrigen praktischen Folgerungen überlasse ich dem Leser selbst.

Man hat eine Zeit lang geglaubt, daß die in andere Thiere eingewanderten Bandwurmembryonen sich in die Blutgefäße einbohrten und vom Blutstrom zu jenen Organen geleitet würden, in denen sie naturgemäß sich in Blasenwürmer umzugestalten vermögen. Aus mancherlei Gründen ist es jedoch wahrscheinlich, daß sich die junge Bandwurmbrut nicht dem Blutstrom anvertraut, sondern mittels ihrer Bohrwerkzeuge sich unmittelbar durch alle Gewebe hindurch gewaltsam einen Weg nach ihrem Bestimmungsorte bahnt. Wol aber giebt es einen Eingeweidewurm, welcher als vollkommen ausgebildetes Thier im Blute des Menschen lebt, nämlich einen Saugwurm (Distomum haemotobium). Dieser bis jetzt nur in Afrika — meist in Egypten — beobachtete Wurm, den Fig. 167 bei f etwa in 12facher Linearvergrößerung darstellt, hat eine Länge von 12—20 Millim. und ist ein sehr merkwürdiges Thier hinsichtlich seiner Begattung und Fortpflanzung. Zunächst ist in dieser Beziehung hervorzuheben, daß unser Wurm getrennten Geschlechtes ist, während die verwandten Arten (auch der in den Gallengängen der Schafe und Rinder so häufige Leberegel, Distomum hepaticum, der bisweilen auch bei dem Menschen vorkommt und den gefährlichsten Parasiten zugehört) männliche und weibliche Organe in sich vereinigen. Der männliche

Blutwurm ist kürzer als das Weibchen, und rinnen- oder tutenförmig nach dem Bauche zu eingerollt, sodaß man auf den ersten Blick fast glauben könnte, er sei von einem geschlossenen Kanale durchzogen. In diesen Kanal nun wird das weit schlankere und längere fadenförmige Weibchen aufgenommen, sodaß nur die Körperenden heraushängen (Fig. 167). So vereinigt dringt das Wurmpaar, dem Blutstrome entgegen, aus der Pfortader oder den Gekrösvenen, in denen es zunächst seine Wohnstätte hat, zur Zeit der Geschlechtsreife bis in die feinen Adern des Harnblasengeflechts, woselbst das Weibchen dann seine Eier (s. Fig. 167 neben f mit lebendem Embryo) in den sogenannten Kapillargefäßen absetzt. Infolge des Druckes, den diese Eier durch ihre Anhäufung auf die Gefäße ausüben, entsteht nun eine Entzündung und Verschwärung. Die Gefäße zerreißen und die Eier gelangen dann in die Harnblase und mit dem Urin ins Freie. Die Entwicklungsgeschichte dieses Blutwurms, welcher namentlich durch sein Brutgeschäft sehr bedenkliche Krankheitszustände (Blutharnen, Steinbildung u. s. w.) zu verursachen vermag, ist noch nicht bekannt; er soll aber nach den Angaben des Dr. Bilharz in Kairo, dem die Wissenschaft die Entdeckung und Beobachtung dieses Thieres verdankt, unter den Egyptern so verbreitet sein, daß die Hälfte der erwachsenen Bevölkerung den Wurm oder dessen hinterlassene Spuren in sich trägt. Neuerlich hat man denselben Wurm übrigens auch im Caplande und an zahlreichen Punkten des centralen Afrika beobachtet.



Fig. 169. Kopfbildung des Spulwurms (Ascaris lumbricoides). 1 Lippen mit Tastpapillen, von oben gesehen. 2 Kopfende.

Uebrigens ist das Distomum haematobium nicht der einzige Blutwurm des Menschen. Haben wir doch jüngst noch in Erfahrung gebracht, daß auch die in den Tropengegenden weit verbreitete Milchruhr durch mikroskopische Fadenwürmer bedingt ist, die in ungeheurer Menge, oft zu vielen Millionen, mit den Blutkörperchen durch die Gefäße umhertreiben, bis sie schließlich die Kapillaren der Niere durchbohren und dann gleichfalls mit dem Harne den Körper verlassen. Aehnliche Blutwürmer kennt man auch vom Hunde und Pferde und zahlreichen Vögeln. Sie sind, wie man für die letztern Fälle mit Sicherheit weiß und auch wol für den Menschen vermuthen darf, die Brut von viviparen Würmern, welche das Bindegewebe bewohnen und der Gattung Filaria zugehören.

Eine andere Art Filaria ist schon seit dem Alterthum als ein Parasit des Menschen bekannt und gefürchtet. Es ist der sogenannte Guineawurm (Filaria Medinensis), der im tropischen Afrika (besonders an der Westküste) und im südlichen Asien bis in die Tatarei hinein an manchen Orten außerordentlich häufig ist und durch sein oft epidemisches Auftreten vielleicht zu der Sage von den „feurigen Schlangen" des alten Testamentes Veranlassung gegeben hat. Unter der Gestalt einer meterlangen dicken Darmsaite lebt dieser Wurm im ausgewachsenen Zustande zwischen den Muskeln besonders der untern Extremitäten, bis er

an dieser oder jener Stelle mit seinem Kopfende an die Haut andrängt und unter heftigsten Schmerzen Entzündung und Eiterung verursacht. Es bildet sich auf diese Weise ein Absceß, aus dem das Kopfende des Wurmes mehr oder minder weit hervorragt. Tausende und abermals Tausende kleiner, dem bloßen Auge unsichtbarer Würmchen, die Brut des Guineawurmes, die den ganzen Leib erfüllt, gelangen aus diesem Abscesse mit dem Eiter nach außen. Sie kommen durch Zufall in Teiche und Tümpel und dringen hier, wie wir jetzt wissen, in kleine Krebse (Cyklopen, Fig. 173 Abb. 3,4) ein, die massenhaft diese Gewässer bewohnen. Im Innern derselben unterliegen die jungen Würmchen einer Häutung; sie verändern ihre frühere pfriemenförmige Gestalt in eine mehr einfach cylindrische, und sind dann im Stande, nach der Uebertragung in den Menschen zu neuen Guineawürmern auszuwachsen. Diese Uebertragung geschieht dadurch, daß die kleinen, dem Auge fast unsichtbaren kleinen Krebschen beim Trinken verschluckt werden. Die jungen Würmchen, die durch die Einwirkung der Magensäfte frei werden, wandern nun vom Darme aus in die Körpermuskeln, wo sie binnen Jahresfrist ihre volle Ausbildung erreichen.

Früher glaubte man, freilich irrthümlicher Weise, daß die Einwanderung der Guineawürmer von der Haut aus geschehe. Uebrigens ist auch heute die Lebensgeschichte dieser Parasiten durchaus noch nicht vollständig aufgeklärt, wenigstens insofern nicht, als die bisher zur Untersuchung gekommenen Guineawürmer sämmtlich nur Weibchen waren, die Männchen also — vermuthlich, weil sie viel kleiner bleiben und keine krankhaften Erscheinungen bedingen — einstweilen noch unbekannt sind und auch noch einige Zeit bleiben dürften.

Auch unsere Hausthiere leiden vielfach durch den Parasitismus fadenwurmartiger Entozoen. So z. B. die Schafe und Schweine, deren Lungen nicht selten durch eine oft beträchtliche Menge geschlechtsreifer Würmer (Strongylus filaria — Str. paradoxus) derart gereizt werden, daß hartnäckiger Husten und selbst tödliche Entzündung die Folge ist. Ebenso zerstört der Pallisadenwurm (Strongylus gigas) die Nieren des Hundes, Wolfes, Pferdes, selbst die des Menschen, sobald er auf eine bisher noch nicht genügend bekannte Weise Gelegenheit zur Einwanderung gefunden hat.

Zu der Gruppe dieser Rundwürmer (Nematoidea) gehören auch die bekanntesten Entozoen des Menschen, der Spulwurm (Ascaris lumbricoides), der Spring- oder Madenwurm (Oxyuris vermicularis) und der Peitschenwurm (Trichocephalus dispar), drei Arten, welche oftmals, besonders bei Kindern, in großer Anzahl nebeneinander gefunden werden. Es gilt das namentlich von den zwei erstgenannten Arten und am meisten von dem Madenwurme, der zur Abendzeit nicht selten in förmlichen Kolonien aus dem After auswandert und dann in der Umgebung desselben seine Eier absetzt. Unter dem Einflusse der Körperwärme entwickeln diese Eier schon nach wenigen Stunden einen Embryo, der eines Zwischenwirthes nicht bedarf, sich vielmehr nach der Uebertragung in den Magen, die meist von Seiten der Wurmkranken selbst durch die Hände geschieht, direkt in kürzester Frist zu geschlechtsfreien neuen Madenwürmern ausbildet. Bei solcher Sachlage ist es denn auch begreiflich, warum gerade die Madenwürmer zu den hartnäckigsten Parasiten gehören und manche Menschen das ganze Leben hindurch bis in das höchste Alter heimsuchen. Nur eine fortwährende strenge Reinlichkeit vermag in solchen Fällen dem Uebel zu steuern.

Diese merkwürdige Entwicklung ohne Zwischenwirth ist übrigens in der Gruppe der Rundwürmer weiter verbreitet und namentlich auch für den Peitschenwurm auf experimentellem Wege (durch Leuckart, der uns überhaupt zum ersten Male die so vielfach wechselnde Lebensgeschichte der hier in Betracht kommenden Helminthen kennen gelehrt hat) nachgewiesen. Nur insofern findet sich hier ein Unterschied, als die Eier zu der Entwicklung der Embryonen der längern Einwirkung einer hohen Temperatur bedürfen, so daß nicht selten Jahre vergehen, bevor sie keimfähig werden. Sie verbringen diese Inkubationszeit gewöhnlich in der Erde, in der sie ohne Verlust der Entwicklungsfähigkeit auch lange Zeit hindurch vollständig austrocknen können. Ob auch der gemeine Spulwurm ohne Zwischenwirth in den Menschen übergeht, ist einstweilen noch ungewiß. Wir wissen von der Entwicklungsgeschichte desselben nur so viel, daß die Eier eines Zeitraumes mehrerer Monate und einer gleichfalls ziemlich hohen Wärme bedürfen, um einen Embryo auszuscheiden, so wie weiter, daß die Jungen noch in der Embryonalform in den Darm gelangen, dann aber in wenigen Wochen ihre volle Größe und Ausbildung erreichen. Ueber den Einfluß, den die Spulwürmer auf die Gesundheit ausüben, sind die Ansichten sehr getheilt, doch dürfte schon die Bewaffnung des Kopfes mit drei am Innenrande gezähnelten Lippen (Fig. 169), die förmliche Greifbewegungen auszuüben vermögen, wie die drei Schenkel einer Kugelzange, darauf hinweisen, daß die weit verbreitete Ansicht von der völligen Harmlosigkeit des Parasiten nur mit großer Vorsicht aufzunehmen ist.



Fig. 170. Röhrenwurm

Schließlich noch einige Worte über die Ringelwürmer. Diese große Abtheilung, welche die vollkommensten Thiere der Würmerklasse umfaßt, bietet eine unbeschreibliche Mannichfaltigkeit der Formen und der Organisation dar: allein die Beschränktheit des mir gestatteten Raumes erlaubt mir nicht, darüber ausführlich zu verhandeln. Ich will nur bemerken, daß die meisten Ringelwürmer im Wasser und zwar im Meere leben und nur wenige, wie unser Regenwurm (Lumbricus terrestris u. a.) das Land bewohnen; daß die Ringelwürmer in vier Ordnungen zerfallen, nämlich in die Glattwürmer (Apoda), zu welchen unter andern die Gattung der Blutegel (Hirudo) gehört, Erdwürmer (Oligochaeta), Röhrenwürmer (Tubicola) und Fühlerwürmer (Antennata); daß die zu den zwei erstgenannten Ordnungen gehörenden Arten Zwitter sind und weder Generationswechsel noch Metamorphose durchlaufen, und daß die vollkommensten Ringelwürmer, die Fühlerwürmer, außer zahlreichen Gliedmaßen in Form von borstentragenden muskulösen Fußstummeln, noch einen wirklichen, mit Sinnesorganen versehenen Kopf besitzen.

Eine besondere Erwähnung verdienen die Röhrenwürmer, weil sie in eigenthümlichen, von ihnen selbst aus Sandkörnchen und Muschelschalenstückchen kunstvoll erbauten Röhren wohnen, die sie niemals verlassen, und welche an Felsen, Steine und andere feste Gegenstände angeheftet sind.

Fig. 170 zeigt ein Thier dieser Art, einen Meerpinsel (Serpula), in seinem Gehäuse und mit ausgebreiteten Kiemen, mäßig vergrößert. Die äußerst zarten, fadenartigen Kiemen sind schön purpur- oder scharlachroth und gewähren schon dem unbewaffneten Auge einen überaus prächtigen Anblick. Andere Röhrenwürmer sind mit einer Unzahl langer Fühlfäden am Kopfe versehen, welche beständig nach Materialien zum Röhrenbau und nach Beute umherangeln. Auch unter den Fühlerwürmern giebt es einzelne sehr schöne Thiere, wie z. B. die Seeraupe (Aphrodite aculeata), deren lange Stacheln und Borsten fortwährend in den prächtigsten Farben des Regenbogens schillern. Was die Fortpflanzung der Röhren- und Fühlerwürmer betrifft, so sind diese im Gegensatze zu den Blutegeln und Regenwürmern meist getrennten Geschlechtes und einer Metamorphose unterworfen, die mancherlei sehr merkwürdige Vorgänge aufweist. Hier mag die Bemerkung genügen, daß die Mehrzahl derselben unter der Form eines mikroskopisch kleinen kugelförmigen Wesens geboren wird, welches (man vergleiche hierzu Fig. 171, in der die Larven zweier mariner Ringelwürmer dargestellt sind), in der Aequatorialzone von einem zarten Flimmerapparate umgürtet ist und erst allmählich durch Längenwachsthum und Gliederung der untern Hemisphäre die spätere Wurmform annimmt.

Uebrigens giebt es unter den Ringelwürmern auch zahlreiche Fälle von Knospung und Theilung, durch deren Wiederholung der früher einfache Wurmkörper bisweilen in eine ganze Kette zusammenhängender Individuen auswächst, die freilich immer nach einiger Zeit wiederum sich auflöst.

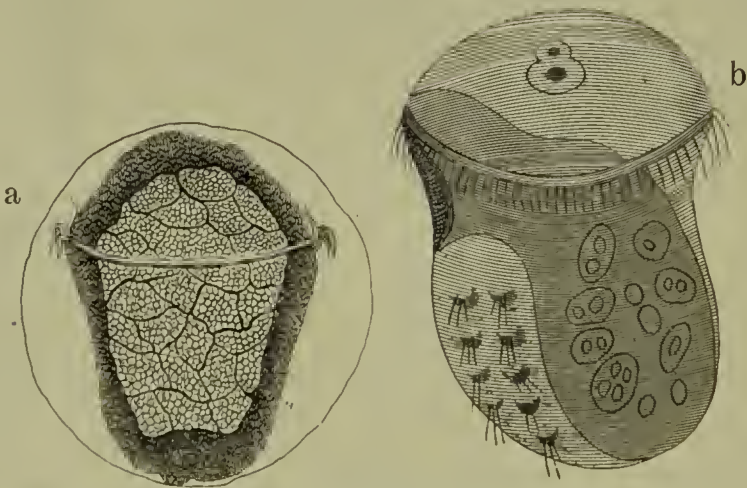


Fig. 171. Zwei Larven mariner Ringelwürmer: a noch im Ei, b älter, mit beginnender Segmentbildung.



Fig. 172. Vergrößerung einer Fliege mittels des Hydro-Oxygengas-Mikroskopes (vergl. S. 21).

Die Krustenthiere, Tausendfüße, Spinnenthiere und Insekten.

(Arthropoda.)

Diese vier Thierklassen, welche von Linné unter dem gemeinschaftlichen Namen „Insekten“ vereinigt wurden, haben so viel Uebereinstimmendes in ihrem Bau, daß ich sie, dem Gebrauche der Zoologen folgend, hier ebenfalls vereinigen kann. Dazu kommt, daß dieselben Jedermann bekannt sind, ein Umstand, der mich zugleich einer ausführlicheren Schilderung ihrer Gestaltung und Lebensweise überhebt. Alle besitzen einen deutlichen Kopf, einen Rumpf und gegliederte Füße; bei der überwiegenden Mehrheit zerfällt der Rumpf in zwei scharf gesonderte Stücke, den Brustkasten und den Hinterleib, welcher meist deutlich aus an einander gefügten Ringen besteht. Mit Ausnahme der unvollkommensten Arachniden, der Milben und einiger höhlenbewohnenden Käfer, sind alle hier vereinigten Thiere — wenigstens in vollkommen entwickeltem, d. h. geschlechtsreifem, fortpflanzungsfähigem Zustande — mit Augen, bisweilen sogar mit vielen Augen begabt. Desgleichen haben alle ein sehr entwickeltes Muskel- und Nervensystem, einen sehr vollständigen Athmungs- und Verdauungsapparat, Mund und After, Freß- und Kauwerkzeuge, Fühler und Geschlechtsorgane. Fast alle sind getrennten Geschlechts: bei manchen Insekten, wie bei den Bienen und Termiten, finden sich neben den Männchen und Weibchen auch geschlechtslose Individuen, d. h. Individuen mit verkümmerten Geschlechtsorganen, oder, wie bei den Blattläusen, solche, die ohne Zuthun eines Männchens sich fortpflanzen. Die Mehrzahl legt Eier, die der

Befruchtung bedürfen. Die Krustenthiere oder Krebsthiere haben in ihren höhern und vollkommnern Repräsentanten 10—14, die Arachniden oder Spinnenthiere meist 8, die Insekten immer 6 Beine, welche in allen drei Klassen an dem Brustſtück, oder wo ein solches sich nicht unterscheiden läßt, an der vordern Hälfte des Körpers eingelenkt sind und paarweise stehen. Dagegen finden wir bei den Tausendfüßen sehr viele Beine, indem hier jedes der zahlreichen Ringel oder Glieder des wurmartigen Körpers ein oder gar zwei Paar von Beinen trägt. Die Krebs- und Spinnenthiere, desgleichen die Tausendfüße, sind stets flügellos, die bei weitem

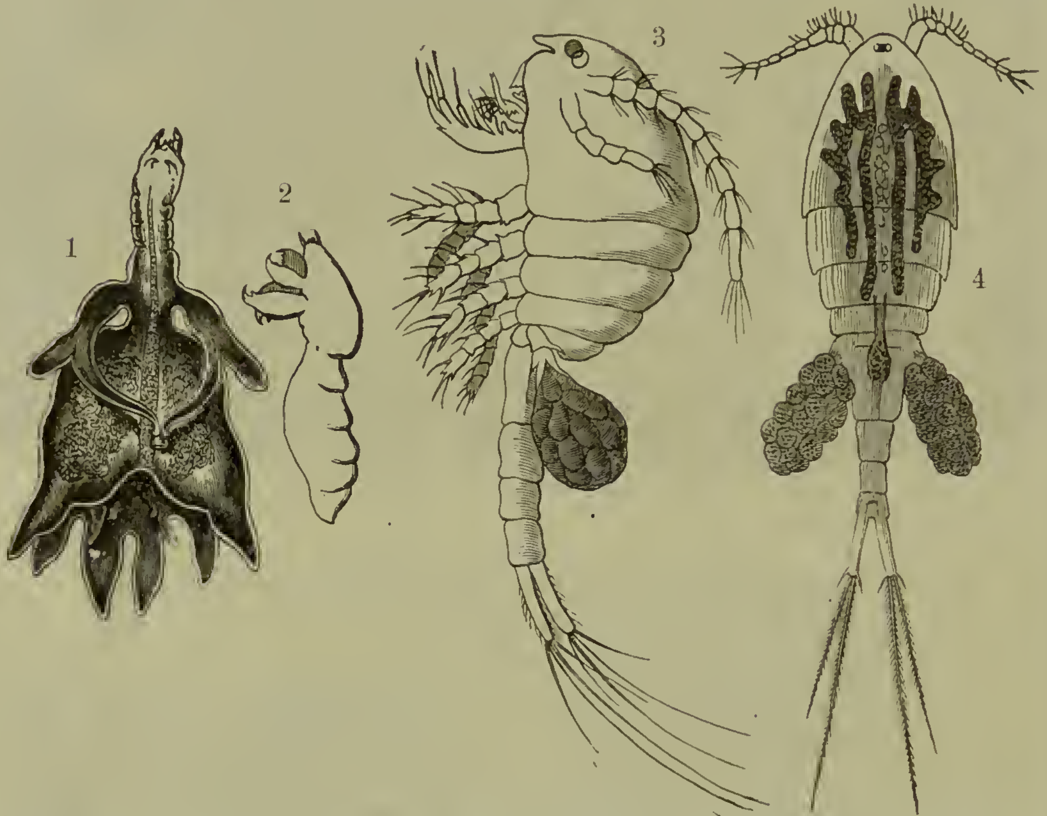


Fig. 173. 1. Brachiella impudica, von den Kiemen des Schellfisches mit zwei bei 2 vergrößert dargestellten Zwergmännchen; 3. Cyclops quadricornis, Weibchen mit Eiersäcken im Profil gesehen; 4. dasselbe vom Rücken aus gesehen.

meisten Insekten dagegen geflügelt. Bei den Krebsthieren wird der größte Theil des Körpers vom Brustkasten, bei den Spinnenthieren und Insekten dagegen in der Regel vom Hinterleib gebildet. Die Krustenthiere athmen mittels Kiemen, die immer als äußere Körperanhänge erscheinen, die Insekten und Tausendfüßler dagegen mittels vielfach verästelter Röhren (Tracheen), in welche die Luft von außen durch runde Löcher (stigmata) eindringt, die paarweise über die Seitentheile der einzelnen Segmente — allerdings nicht aller — vertheilt sind. Die Spinnen verhalten sich ähnlich, nur daß die Zahl der Stigmata auf höchstens vier Paare beschränkt ist, welche an der Basis des Hinterleibes liegen, und die Tracheen vielfach durch kurze und unverästelte Röhren vertreten werden, die fingerförmig dem kurzen Hauptstamme aufsitzen. In früherer Zeit glaubte man, daß diese Gebilde (die sogenannten Lungen) von den Tracheen vollständig verschieden seien, während wir uns allmählich davon überzeugt haben, daß sie eine

bloße Modifikation der gewöhnlichen Tracheenform darstellen. Die äußeren Körperhüllen sind von ziemlicher Festigkeit und nicht selten sogar, besonders bei gewissen Krebsen und den Tausendfüßlern, zu einem förmlichen Panzer erhärtet, in dem man bei mikroskopischer Untersuchung eine Anzahl über einander liegender, meist homogener Schichten erkennt, deren äußerste eine zellenartige Felderung zeigt, wie das z. B. Fig. 175 erkennen läßt. Am weichhäutigsten sind die Arachniden und die Jugendzustände der Insekten, während die ausgebildeten Formen, wenigstens am Brusistück, sehr allgemein von einer harten Haut bedeckt werden.

Die bei weitem allermeisten Insekten durchlaufen während ihrer Ausbildung eine Verwandlung (Metamorphose genannt), indem sich aus dem Ei gewöhnlich zunächst ein Wesen entwickelt, welches dem vollkommenen Thier meistens sehr unähnlich ist, die Larve, Raupe oder Made. Aus diesem wird eine sogenannte Puppe, welche sich mehr oder minder ruhig verhält, oftmals förmlich schlummert, und aus der nach Ablauf einer bestimmten Frist das vollkommen ausgebildete Thier hervorgeht. Auch unter den Krebsen giebt es zahlreiche Formen, welche eine mehr oder minder auffallende Metamorphose durchlaufen, während die Spinnenartigen und Tausendfüße nach der Geburt sich höchstens insofern verändern, als sie ein Beinpaar oder deren mehrere nachbilden. Die Veränderungen, welche diese Thiere erleiden, sind übrigens sämmtlich von einer Häutung begleitet. Sie geschehen deshalb denn auch sehr plötzlich und in augenfälliger Weise, ganz anders also, als bei den Thieren mit weichen und nachgiebigen Körperwänden, deren Formveränderungen mehr allmählich vor sich gehen und nur durch Vergleichung der einzelnen Stadien sich konstatiren lassen.



Fig. 174. Cypris candida.

Nach diesen mehr allgemeinen Bemerkungen will ich nun meine Leser mit den wichtigsten mikroskopischen Formen der genannten Thierklassen, sowie mit dem Bau einzelner Theile des Körpers dieser Thiere näher bekannt machen, denn eine vollständige Schilderung der äußern und innern Gestaltung des Krebs-, Spinnen- und Insektenkörpers halte ich theils aus den angedeuteten Gründen für überflüssig, theils würde eine solche der beschränkte Raum dieses Büchleins nicht gestatten. Schon unter den Krebsthieren giebt es ziemlich viele mikroskopische Formen, doch haben dieselben für den Menschen meist nur ein untergeordnetes Interesse, weshalb ich mich mit ihnen nicht eingehender beschäftigen will, um nicht den Platz für wichtigere mikroskopische Thiere aus den Klassen der Arachniden und Insekten zu verlieren. Ich bemerke daher nur, daß ein großer Theil dieser kleinen Crustaceen aus Schmarotzerthieren besteht, welche meist an Fischen wohnen, wo sie sich mittels der in Klammerorgane verschiedener Form verwandelten Kopfanhänge festsetzen. Die Beine sind mehr oder minder verkümmert und die Körperformen oftmals derart abweichend (vergl. Fig. 173,1), daß die betreffenden Geschöpfe ohne Kenntniß der Entwicklung eher für Schmarotzerwürmer als für Krebse gehalten werden könnten (Lernaea). Die Männchen (Fig. 173,2) sind durchweg kleiner

und leichter beweglich als die Weibchen, und bei manchen Arten so zwerghaft, daß sie am Körper des Weibchens selbst ihr Unterkommen finden, wie das auf Nr. 1 Fig. 173 dargestellt ist. Durch zahlreiche Zwischenformen gehen diese Parasiten in die frei lebenden sogenannten Einaugen (Cyklopiden Nr. 3 u. 4 Fig. 173) über, die fünf Paar kräftige Ruderfüße besitzen und statt der Haftorgane Fangapparate tragen, durch welche sie zu einer mehr räuberischen Lebensweise befähigt werden. Sie beleben mit ihren zahlreichen Formen sowol das süße Wasser wie das offene Meer und spielen dadurch, daß sie die Hauptnahrung zahlreicher Fische (u. a. des Herings) abgeben, im Haushalte des thierischen Lebens eine wichtige Rolle. Außer den bisher erwähnten Formen (den sogenannten Copepoden) giebt es übrigens noch mancherlei andere kleine Crustaceen, wie die Muschelkrebse (die sogenannten Ostracoden) mit den bei uns in Pfützen vorkommenden Cypriden (Fig. 174), deren Kopf und Rumpf von einer muschelartigen festen Schale umschlossen ist, aus welcher nur die Fühler und Füße beim Schwimmen hervorragen, so wie die Cladoceren oder Wasserflöhe (Daphnia pulex und einige andere, vergl. Fig. 175), die gleichfalls in einer solchen zweiklappigen Schale stecken, welche aber weit zarter ist als bei den Muschelkrebsen, und den mit verästelten Ruderantennen und einem großen unpaaren Auge versehenen Kopf freiläßt. An diese letztern Formen schließen sich sodann die sogenannten Blattfüßer (Phyllopoda) an, die zum Theil gleichfalls noch mit einer zweiklappigen Schale versehen sind, dabei aber eine viel beträchtlichere Größe erreichen und mindestens 10 Paare blattförmiger Schwimmfüße mit wohl entwickelten Kiemenanhängen besitzen. Zu diesen Thieren gehört u. a. der zolllange sogenannte Kiemenfuß (Apus cancriformis), einer der merkwürdigsten Bewohner unserer Pfützen und Lachen, dessen Leib gegen 60 Paare breiter Schwimmfüße trägt und von einem flach gewölbten Rückenschilde bedeckt ist. Diese vier Ordnungen nebst der fünften, den im Meere lebenden Stachelfüßern (Poecilopoda), deren kieferloser Mund von zehn paarweise gestellten Scherenfüßen mit stacheligen Hüftgliedern umgeben ist, bilden die erste große Abtheilung der Crustaceen, die Hautkrebse (Entomostraca), so genannt wegen ihrer häutigen, anliegenden oder zu einem großen, nicht selten, wie wir sahen, als zweiklappige Schale um den Körper gefalteten Schild ausgebildeten Körperbedeckung. Heute wird diesen Thieren auch noch die Gruppe der Rankenfüßer (Cirripedia) zugerechnet, Geschöpfe, die nur im Meere leben und früher zu den Mollusken, und zwar zu den Muschelthieren, gestellt wurden, weil ihr Körper von einer Schale umhüllt ist, welche bei der Mehrzahl dieser Thiere ein festes, in Form einer zweiklappigen Muschel ausgebildetes, aber aus mehreren getrennten Schalstücken bestehendes Gehäuse absondert. Der Nackenrand der Schale ist in einen Stiel verlängert, der bald lang und schlank ist, bald auch sich verkürzt


Fig. 175. Daphnia pulex.

und dann einen so beträchtlichen Querschnitt besitzt, daß er das ganze übrige Thier in sich aufnimmt. Mit Hülfe dieses Stieles sind die Rankenfüßer an Steinen, Klippen, Schiffen oder dem Holzwerk der Hafendämme befestigt. Die Bauchseite des Rumpfes trägt sechs Paare sogenannter Rankenfüße. Jeder Fuß besteht nämlich aus einem kurzen Basalstücke, dem zwei vielgliedrige und gewimperte Ranken aufsitzen, welche unter dem Mikroskop sehr zierlich gebildet erscheinen und während des Lebens in beständiger schwingender Bewegung begriffen sind. Zu diesen seltsamen Thieren, welche meist Zwitter sind, gehören die bekannten Entenmuscheln (Lepas) und See-Eicheln (Balanus).

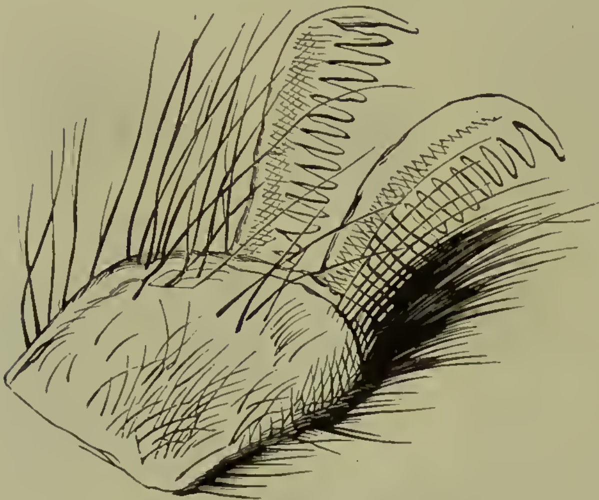
Die zweite Abtheilung, die der Schalenkrebse (Malacostraca), umfaßt die vollkommneren Crustaceen und zerfällt in die fünf Ordnungen der Gleichfüßer oder Asseln (Isopoda), Kehlfüßer (Laemodipoda), Flohkrebse (Amphipoda), Maulfüßer (Stomatopoda) und Zehnfüßer oder echten Krebse (Decapoda). Die Crustaceen der drei ersten Ordnungen haben sitzende Augen und sieben Fußpaare, diejenigen der beiden letzten Ordnungen auf Stielen befindliche, facettirte Augen und meist zehn Fußpaare, alle eine hornartige oder harte, nicht selten kalkige Körperbedeckung. Die Asseln, zu denen unter andern die bekannten Kellerasseln (Kellereesel, Kellerwürmer) gehören, sind zum Theil Landthiere, haben niemals Scheren, zusammengehäufte einfache Augen und blattförmige Kiemen unter dem Hinterleibe. Die Kehlfüßer, lauter Seethiere, die eine mehr oder minder parasitische Lebensweise führen, haben einen nur aus wenig Ringen bestehenden, halb verkümmerten Hinterleib und tragen das erste Fußpaar an dem vordersten, mit dem Kopfe verwachsenen Stücke des Brustkastens. Bei den Flohkrebsen dagegen ist das erste Stück des Brustkastens vom Kopfe gesondert und der Hinterleib vollständig entwickelt und vielgliederig. Sowol sie als die Kehlfüßer sind mit zusammengesetzten, jedoch nicht facettirten Augen begabt, und tragen die Kiemenblätter an der Wurzel der Fußpaare. Die Maulfüßer und echten Krebse unterscheiden sich dadurch, daß bei letzteren Kopf und Brust zu einem Stück verwachsen sind und die stets gefransten Kiemen an der Wurzel der Fußpaare liegen, bei ersteren dagegen Kopf und Bruststück getrennt sind, und die Kiemen sich unter dem Hinterleibe, an dessen flossenartigen Afterfüßen, befinden.



Fig. 176. Spinnapparat, Fuß und Augen der Kreuzspinne.

Die Arachniden, die sich der Mehrzahl nach hinsichtlich ihrer Körperform den kurzschwänzigen Schalenkrebsen (den Krabben) anschließen, sind nach der Beschaffenheit ihrer Athmungsorgane (s. o.) entweder Lungen-Arachniden (Pulmonariae) oder Tracheen-Arachniden (Trachearia) oder lungenlose

Arachniden (Apneustae). Erstere athmen mit sogenannten Lungensäcken, haben 6 bis 12 einfache, verschiedenartig gruppirte Augen und meist auch das Brustſtück deutlich vom Hinterleibe geschieden; die Tracheen-Arachniden dagegen athmen ausschließlich — auch unter den Lungen-Arachniden giebt es Arten, die neben den Lungen gewöhnliche Tracheen besitzen — mit Luftröhren, wie die Insekten, besitzen blos 2, selten 4, häufig gar keine Augen und lassen keine deutliche Sonderung ihres Körpers in Bruststück und Hinterleib erkennen. Die lungenlosen endlich, zu denen die bereits im ersten Abschnitt geschilderten Bärenthierchen gehören, haben gar keine Athmungsorgane. Alle Arachniden häuten sich während ihres Lebens mehrmals. Unter den Lungen-Arachniden, zu denen auch die gefürchteten Skorpione gehören, welche sich durch ihren in deutliche Gürtel abgetheilten Hinterleib und dadurch, daß sie lebendige Junge gebären, von allen übrigen Arachniden dieser Abtheilung unterscheiden und wegen ihrer Scheren die Krebsform in der Spinnenklasse repräsentiren, haben die eigentlichen Spinnen (Araneen) unbedingt für uns das meiste Interesse, denn kein andres Geschöpf, am allerwenigsten der Mensch, versteht es, so zarte, feine, zierliche und dennoch ihrem Zweck vollkommen entsprechende Gewebe zu liefern, wie sie. Wenn man die unnachahmliche Regelmäßigkeit und Schönheit eines Kreuzspinnennetzes betrachtet, so begreift man wahrlich nicht, weshalb die Spinnen von so vielen Menschen gehaßt und verabscheut werden. Sie sind durchaus keine häßlichen Thiere, im Gegentheil oft durch schöne Färbung oder Zeichnung ihres Körpers und durch zierlichen Bau ihrer Glieder sehr ausgezeichnet. Außerdem fügen sie, die Taranteln etwa ausgenommen, dem Menschen nicht nur keinen Schaden zu, sondern bringen ihm sogar Nutzen, indem sie Fliegen, Mücken und anderes Ungeziefer tödten. Aus allen diesen Gründen verdienen die Spinnen viel mehr die Liebe als den Haß der Menschen. Dem Mikroskopiker bieten sie überdies ein reiches Feld der Forschung und eine unerschöpfliche Quelle hoher Genüsse dar. Besonders sind es die Füße und die Spinnwerkzeuge, die sich durch Merkwürdigkeit ihres Baues und durch Reichthum ihrer Formen auszeichnen. Die dem unbewaffneten Auge als kleine Warzen erscheinenden Spinnwerkzeuge liegen immer, meist zu vier oder sechs, nahe bei einander am Ende des Hinterleibes unter dem After. Jede Spinnwarze ist gegliedert, ihr Endglied von vielen feinen Löchern siebartig durchbrochen. Durch diese Löcherchen tritt der im Innern des Spinnenleibes in eigenthümlichen, schlauchförmigen Organen bereitete, Anfangs klebrigflüssige Spinnstoff unter der Form äußerst feiner Fäden hervor, welche die Spinne mit ihren zierlich gestalteten Füßen sogleich zu einem einzigen Faden verwebt, der bekanntlich selbst den feinsten Seidenfaden an Dünne weit übertrifft


Fig. 177. Füße der Labyrinthspinne.

Jeder Spinnwebfaden ist folglich aus einer großen Menge von feinen Fäden zusammengesetzt. Fig. 176 zeigt bei Abb. 1 den mäßig stark vergrößerten Spinnapparat der Kreuzspinne (Epeira Diadema), bei 2 das siebartig durchbrochene Ende von einer der kegelförmigen Spinnwarzen in starker Vergrößerung, bei 3 eines der beiden unteren fußartigen Organe des Spinnapparats. Nächst den Spinnwerkzeugen besitzen die Füße der Spinnen den interessantesten Bau, besonders ihre Endglieder. Unter dem Mikroskope sieht man mit Erstaunen, daß sie nicht blos mit einem einfachen Haftorgan, etwa einer Klaue, endigen, sondern mit mehrern höchst regelvoll angeordneten und beweglich eingelenkten Klauen bewaffnet sind, zwischen und neben denen lange Borsten zu stehen pflegen. Die Klauen der Spinnenfüße sind theils sichelförmig gekrümmt mit sehr scharfen Spitzen, theils säge- oder kammförmig gestaltet. Letztere dienen zum Verflechten der feinen, aus den Löchern der Spinnwarzen herauskommenden Fäden, während die sichelförmig gekrümmten und scharfen Klauen zum Ergreifen der Beute bestimmt sind. Fig. 176, Abb. 4, zeigt einen Fuß der Kreuzspinne in starker Vergrößerung, wo man die verschieden geformten Klauen deutlich sieht. Manche Spinnenfüße haben blos kammförmige Klauen, z. B. die Füße der auf Feldern lebenden, und horizontale, wattenartige Gewebe verfertigenden Labyrinthspinne (Agelene labyrinthica), von denen in Fig. 177 zwei sehr stark vergrößert dargestellt sind. Auch die Augen der Spinnen sind merkwürdige Bildungen. Fast alle Spinnen haben gleichzeitig größere und kleinere Augen, und diese verschiedenen Augen sind bei jeder Gattung an der Oberfläche des Kopfes in eine Gruppe von bestimmter Figur gestellt. Bei der Kreuzspinne stehen sie in zwei Reihen und sind ziemlich von gleicher Größe (Fig. 176, Abb. 6). Jedes Auge ist einfach und ähnelt in seinem Baue bereits dem Auge der höheren Thiere (Fig. 176, Abb. 5). Uebrigens leuchten die Augen der Spinnen bei Nacht gleich denen der Katzen.



Fig. 178. Schmarotzermilben.

Wahrhaft häßliche und zum Theil mit Recht gehaßte Thiere sind die Tracheen-Arachniden. Denn mit Ausnahme des nützlichen Bücherskorpions (Chelifer cancroides), welcher Milben und anderes den Büchern und Herbarien schädliches Ungeziefer verzehrt und nebst einigen Gattungsverwandten die Skorpionform, d. h. die Spinnenform mit gegliedertem Hinterleibe, unter den Tracheen-Arachniden wiederholt, und etwa des langbeinigen Kankers oder Weberknechts (Phalangium Opilio), der sich ebenfalls vom Ungeziefer ernährt, das er des Nachts erhascht, gewähren die Tracheen-Arachniden dem Menschen nicht nur keinen Nutzen, sondern fügen ihm sogar vielfachen Schaden zu. Dies gilt ganz besonders von denjenigen der schmarotzenden Acariden oder Milben, welche auf und in der Haut des Menschen und der Hausthiere leben und Krankheitserscheinungen mancherlei Art verursachen. Mit diesen müssen wir uns etwas näher bekannt machen, um so mehr, als fast alle diese Milben mikroskopische Geschöpfe sind. Hierher gehören zunächst viele eigentliche Milben (Acarinen) welche einen ovalen, weichen, mit Borsten besetzten Rumpf, acht Beine, zwei mehr oder minder freie Taster und einen aus Kiefer und Unterlippe bestehenden zapfenförmig vorspringenden Mundapparat besitzen. Mit dergleichen Milben ist fast jedes Thier behaftet, selbst Insekten bleiben von ihnen nicht verschont. So sind in Fig. 178 zweierlei Insektenmilben stark vergrößert abgebildet, nämlich bei Abb. 1 die den Roßkäfer bewohnende Milbe, bei Abb. 2 die auf dem Körper der Stubenfliege lebende Milbe. Innerhalb der neben den Abbildungen stehenden kleinen Kreise sind diese Milben, die beide dem Gen. Gemasus angehören, so dargestellt, wie sie dem unbewaffneten Auge erscheinen. Die Abb. 3 stellt einen Cheyletus dar, dessen Arten sich durch den Besitz von Stechapparaten und Klauentastern auszeichnen und vielfach (z. B. auf Hühnern) als Parasiten angetroffen werden. Im Gegensatze zu dieser letztern Form sind die sogenannten Mieten (Acarus) mit ihren Verwandten, den Krätzmilben, durch Scherenkiefer ausgezeichnet, welche mit den bogenförmig anliegenden Tastern fast kopfartig zu einem gemeinschaftlichen Zapfen verbunden sind. Die bekannteste Miete ist die Käsemilbe (Acarus siro), welche in Fig. 179, Abb. 4, in etwa 30facher Vergrößerung dargestellt ist. Man findet dieselbe — andere nahe verwandte Arten leben auf getrocknetem Obst, Graupen, Cochenille, sogar auf Schinken u. s. w. — an altem Käse, den sie allmählich in Pulver verwandelt. Dieses Pulver besteht fast lediglich aus Käsemilben, indem die Käsemilbe, wie fast alle Acarinen, sich außerordentlich schnell vermehrt. Wer alten, mit mehlartigem Staub bedeckten Käse genießt, kann versichert sein, daß er mit jedem Bissen einige Tausende von Milben verschlingt.

Noch viel häßlicher ist die bösartige Krätzmilbe (Sarcoptes scabiei), welche Fig. 179, bei Abb. 1 in 350facher Linearvergrößerung zeigt. Dieses Thier ist durch seinen ganzen Bau (Schaufelform des Kopfes, Kürze der Beine, Stachelbesatz des Rückens) zu einer subcutanen Lebensweise befähigt. Es bohrt sich in die Oberhaut des Menschen ein, gräbt sich in derselben einen in schiefer Richtung verlaufenden Gang von 2 bis 3 Millimeter Länge und legt in das Ende desselben seine Eier. Infolge des dadurch verursachten Reizes erhebt sich über der Oeffnung des Ganges eine entzündliche Pustel, die Krätzpustel. Fig. 180 zeigt ein ganz kleines Stückchen menschlicher Haut mit einem Krätzmilbengange, in welchem eine erwachsene und eine junge, erst sechsbeinige Krätzmilbe nebst

mehreren Eiern (und Excrementen) stecken, und welcher bei zwei Härchen vorbeigeht. Die verabscheute Krätze ist folglich nichts weiter als eine pustulöse, durch die Reizung jener Milbe hervorgebrachte Hautentzündung. Hieraus ergiebt sich

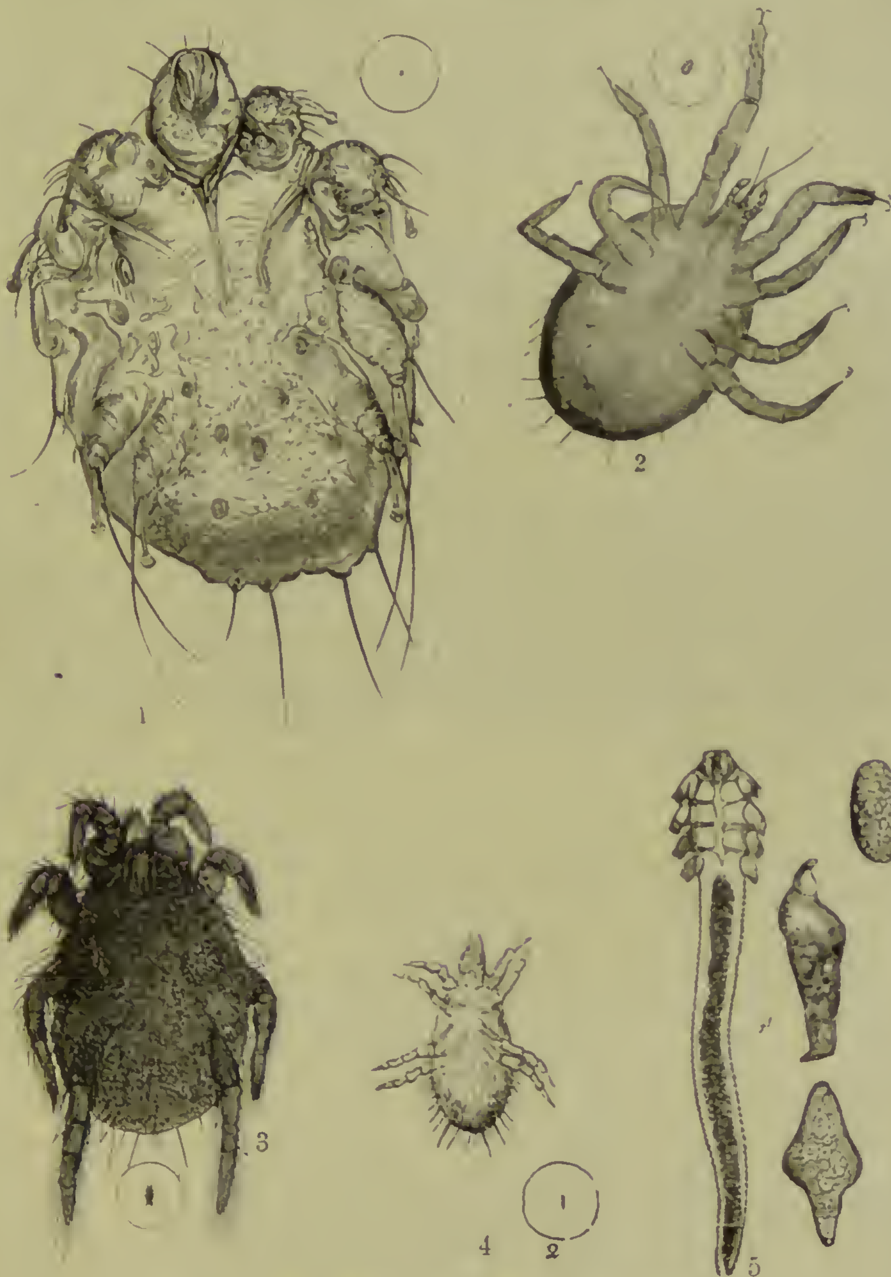


Fig. 179. Krätz-, Hühner-, Ratten-, Käse- und Haarbalgmilbe.

zugleich, daß die Krätze nur durch Entfernung oder Tödtung jener Milbe gehoben werden kann, also nur durch Anwendung äußerer Mittel, niemals aber durch innere. Die schnelle Verbreitung der Krätze erklärt sich leicht aus der raschen Vermehrung der den Ausschlag verursachenden Milbe; die Hartnäckigkeit aber, wegen derer diese sogenannte Hautkrankheit von Alters her berüchtigt ist, hat ihren

Grund offenbar in der Verkehrtheit der Behandlung, welche man früher, ehe man die wahre Ursache der Krätze entdeckt hatte, den damit behafteten Personen angedeihen ließ. Denn bei Anwendung der geeigneten äußeren Mittel (unter denen Petroleum, Benzin und dergleichen zu den wirksamsten gehören) dürfte die Krätze wol niemals lange dauern. Daß durch eine lange Zeit dauernde Krätze nach und nach wirkliche Krankheitserscheinungen herbeigeführt werden können, ja müssen, ist ganz natürlich, indem ja durch die Krätzpusteln und durch die Geschwüre, welche aus letzteren infolge des unausgesetzten Kratzens der mit der Krätze Behafteten entstehen, die gesetzmäßigen Verrichtungen der Haut bedeutend gestört werden.

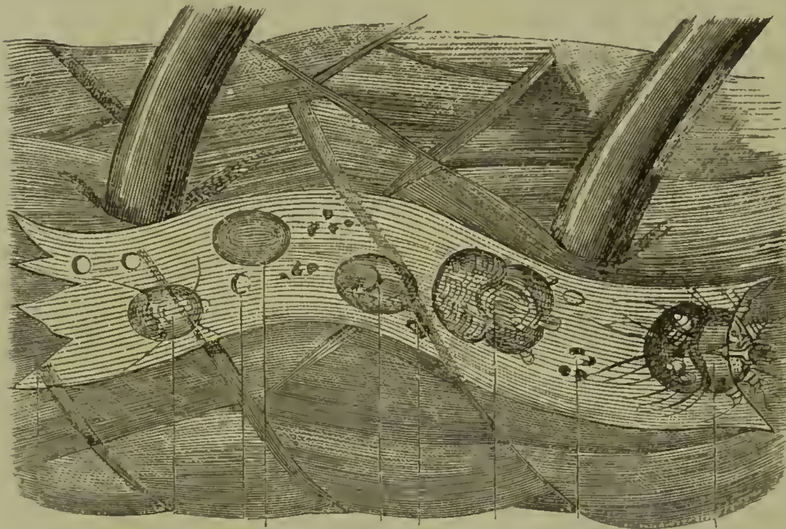


Fig. 180. Krätzmilbengang in einem Stückchen menschlicher Haut.

Ganz wie der Mensch, so leiden übrigens auch zahlreiche Säugethiere (z. B. Hund, Katze, Pferd, Schwein) an Sarcoptes, nur daß es meist andere Arten sind, welche diese Thiere heimsuchen. Aber nicht jede Krätze rührt von Sarcoptesformen her. Es giebt auch Krätzmilben, die statt subcutan zu leben, zwischen den Haaren auf der Oberfläche der Haut sich aufhalten (Dermatocoptes, Dermatophagus), durch den fortwährenden Reiz, den sie verursachen, aber gleichfalls einen näßenden und krustenbildenden Ausschlag hervorrufen. Am bekanntesten unter diesen Arten ist Dermatocoptes ovis, der die ansteckende Krätze der Schafe (der sogenannten Schmierschafe) bedingt. Diese frei lebenden Krätzmilben haben längere und mehr abstehende Beine und sind auch sonst in ihrer Bildung den Mieten ähnlicher als die Sarcoptesarten. Auf den Menschen gehen dieselben nicht über.

Ein nicht minder ekelhaftes und lästiges Geschöpf ist die in Fig. 179 bei Abb. 4 in 250facher Linearvergrößerung und in verschiedenen Entwicklungszuständen abgebildete Haarbalgmilbe (Simonea folliculorum). Sie unterscheidet sich von den eigentlichen Milben durch den langen, inwendig mit einer krümlichen Masse erfüllten Schwanz, in welchen ihr Leib ausläuft. Dieses häßliche Thier lebt in den den Haaren anhängenden Talgdrüsen und erzeugt durch sein massenhaftes Vorkommen bei den Hunden gleichfalls einen krätzartigen (natürlich auch ansteckenden) Ausschlag. Bei dem Menschen kommt dieselbe Art vor, gewöhnlich aber nur vereinzelt, besonders in den Talgdrüsen des Gesichtes, deren Secret oftmals in den Ausführungsgängen sich anhäuft und dann durch Staub geschwärzt, die sog. Mitesser bildet, welche der Laie nicht selten selbst für Thiere hält. Die durch den Reiz der Insassen entzündeten Drüsen gehen häufig in

Eiterung über und bilden dann die sogenannten Finnen, welche so manches schöne Gesicht, besonders die Stirn, verunstalten. Wenn man eine solche Pustel ausdrückt, und den ausgedrückten Inhalt unter dem Mikroskop untersucht, so findet man oft Haarbalgmilben darin. Hieraus ergiebt sich, daß auch diese häßliche Krankheit sich durch Anwendung solcher Mittel, welche jene Milbe tödten, heben läßt. Freilich rühren nicht alle sogenannten „Hautfinnen“ von Haarbalgmilben her.

Auf Hunden, die im Freien leben, finden sich zwischen den Haaren nicht selten auch kleine, rothe Milben mit ziemlich dichtem Borstenbesatze (Fig. 179 Abb. 3). Dieselben gehn ebenfalls an den Menschen über und erzeugen bei diesem die sogenannte Stachelbeerkrankheit. Sie wird als Leptus autumnalis bezeichnet, stellt eben wahrscheinlicher Weise nur den Jugendzustand der Scharlachmilbe (Trombidium) dar, die einen schönen rothen Sammtpelz trägt und in den tropischen Gegenden durch Formen vertreten ist, welche bis zu der Größe eines halben Zolles heranwachsen. Auch die Vogelmilbe (Dermanyssus avium), die durch ihre Kieferbildung an Cheyletus erinnert (Fig. 179, Abb. 2, etwa 50fache Vergrößerung) dürfte hier Erwähnung finden, da sie in Hühnerstallen und Vogelbauern nicht selten überhand nimmt und gleichfalls mitunter dem Menschen lästig wird.

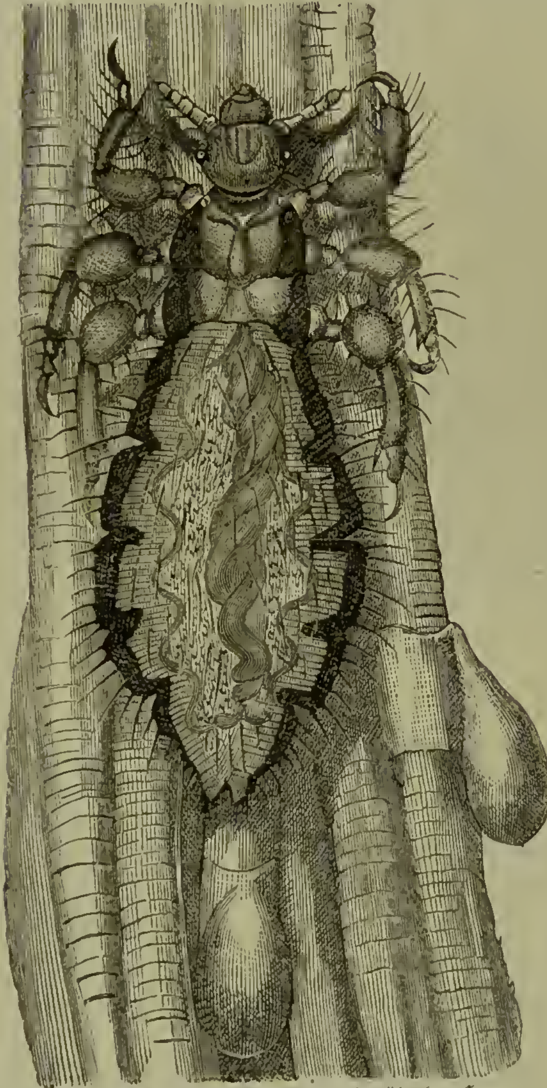


Fig. 181. [illegible] und [illegible]

Schließlich gehört zu den milbenartigen Arachniden noch der bekannte Holzbock (Ixodes ricinus), eine blutsaugende Milbe, die sich mittels eines mit Widerhaken versehenen Rüssels in die Haut der verschiedensten Wirbelthiere (auch des Menschen) einbohrt und durch Anfüllung mit Blut dann rasch zu bedeutender Größe heranwächst.

Alle die erst in neuerer Zeit näher bekannt gewordenen Pentastomen werden gewöhnlich den Milben beigezählt, obwol sie durch Aussehen, Aufenthalt und Lebensweise mit den Eingeweidewürmern übereinstimmen. Es sind gegliederte, platte oder cylindrische Entozoen, mit rudimentären Mundwerkzeugen, aber zwei Paaren krallenartiger Beine, die sich in besondere, hinter dem Munde angebrachte Taschen zurückziehen können. Trotz dieser wurmartigen Bildung sind die Thiere in ihrer Larvenform einer vierbeinigen Milbe nicht unähnlich. Die geschlechtreifen, theilweise fingerlangen Parasiten leben vorzugsweise in den Lungen von Schlangen, eine Art, die bei uns einheimisch ist, (P. taenioides) auch in der Nasenhöhle des Hundes, während die Jugendzustände bei verschiedenenen meist kleineren

Säugethieren in der Leber und anderen Eingeweiden gefunden wurden. Auch der Mensch wird von diesen Parasiten nicht verschont. Nicht blos, daß die Jugendform des Pent. taenioides (das sog. Pent. lanceolatum), die für gewöhnlich bei Kaninchen und Ziegen lebt, gelegentlich bei ihm gefunden wird, wir wissen von einer anderen Art (T. constrictum), daß sie in gewissen Gegenden Afrika's durchaus nicht selten in der Leber vorkommt und durch die Zerstörungen, welche sie bedingt, gelegentlich sogar den Tod herbeiführt.


Fig. 182. Eine Laus auf einem Strähnchen Haar; stark vergrößert.

Wir kommen nun zu der höchsten Klasse der niedern Thiere und zugleich zu der größten des gesammten Thierreichs, nämlich zu den Insekten. Theils nach dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein, theils nach der Gestalt und dem Bau der Flügel zerfallen dieselben in acht Ordnungen, nämlich Ohnflügler oder Flügellose (Aptera), Zweiflügler (Diptera), Halbflügler (Hemiptera), Schuppenflügler oder Schmetterlinge (Lepidoptera), Netzflügler (Neuroptera), Hautflügler (Hymenoptera), Geradflügler (Orthoptera) und Käfer (Coleoptera). Die Insektenwelt bietet in Wahrheit einen fabelhaften Formenreichthum dar und ist daher eine unerschöpfliche Quelle für mikroskopische Forschungen. Sie enthält der mikroskopischen Wunder mehr als irgend eine andere Thierklasse, und verdient mit vollem Rechte die große Beachtung, welche sie seit langer Zeit bei den Naturforschern gefunden hat. Aus Mangel an Platz muß ich mich hier leider auf die Schilderung weniger Arten beschränken und wähle dazu absichtlich die bekanntesten. Was zunächst die erste und unterste Ordnung betrifft, so sind in derselben Insekten von sehr verschiedener Organisation enthalten, ein Umstand, welcher die neuere Systematik nach und nach veranlaßt hat, diese Thiere unter verschiedene andere Ordnungen zu vertheilen.

Es gehört zu dieser Ordnung unter andern die widerliche Sippschaft der Flöhe und Läuse, von denen sich die letzteren durch ihre Lebensweise unmittelbar an die Schmarotzer-Milben anschließen.

Die Läuse sind durch ihren äußern Bau und namentlich die mit Klammerkrallen versehenen Beine mehr zum Festhaften und Klettern als zu einer freien Bewegung geeignet. Kopf, Bruststück und Rumpf sind nicht deutlich geschieden, und ihr durchscheinender, breitgedrückter Hinterleib läßt keine scharfe Gliederung erkennen (s. Fig. 182, welche die Kopflaus des Menschen in 50facher Linearvergrößerung zeigt). Alle besitzen einen röhrenförmigen Saugrüssel und legen Eier, aus welchen in kurzer Zeit unmittelbar neue, vollkommen ausgebildete Thiere hervorgehen. Ihre Vermehrung geschieht außerordentlich rasch, indem die Weibchen eine Unzahl von Eiern legen, aus denen die Jungen binnen wenigen Tagen auskriechen. Ein einziges Weibchen der Kopflaus vermag binnen acht Wochen gegen 5000 Eier zu legen! Dieselben werden mittels eines scheidenartig erhärtenden Klebstoffes an einzelne Haare befestigt, wie aus Fig. 182 zu ersehen ist, welche auf einem Strähnchen Haare neben und hinter dem Mutterthiere zwei frisch abgelegte Eier erkennen läßt: der Darmkanal schimmert durch die Haut.

Der Mensch ist mit dreierlei Läusen behaftet, nämlich mit der Kopflaus (Pediculus capitis), der Kleiderlaus (Pediculus vestimenti) und der Filzlaus (Pediculus pubis). Letztere bewohnt die behaarten Theile des menschlichen Körpers, mit Ausnahme der Kopfhaare. Auch auf verschiedenen Thieren leben Läuse, und zwar auf jedem Thiere besondere Arten, die auf anderen nicht vorkommen. So z. B. der Pediculus s. Haematopinus canis, der auf Fig. 183 in Abb. 2 etwa 50fach vergrößert dargestellt ist, auf dem Hunde. Uebrigens muß bemerkt werden, daß im gewöhnlichen Leben Läuse und Milben häufig verwechselt werden. So sind die bekannten Läuse der Hühner und Tauben keine Läuse, sondern Milben, (der oben angezogene Dermanyssus avium). Nichtsdestoweniger giebt es Vogelläuse (Arten von Philopterus) u. s. w.; doch gehören diese nicht zu den echten Läusen, sondern zu einer bereits etwas vollkommneren Insektengruppe, die sich von den eigentlichen Läusen durch eine deutliche Sonderung des Bruststückes vom Hinterleibe und durch das Vorhandensein kräftiger Beißwerkzeuge (anstatt der Saug- und Stechwerkzeuge) unterscheidet. Auch leben diese Vogelläuse nicht vom Blute, sondern von dem weichen Flaum des Vogelgefieders, den sie abbeißen. Fig. 181 (s. S. 277) zeigt bei Abb. 2 die Laus des Fasans, bei Abb. 1 eine Puterlaus in starker Vergrößerung. Aehnliche Formen kommen übrigens auch bei Säugethieren vor, zum Theil denselben, die auch Pediculiden beherbergen. Hierher z. B. Trichodectes latus, der zwischen den Haaren des Hundes lebt und schon oben von uns (S. 260) als Zwischenträger der Taenia cucumerina erwähnt ist. Die Beißwerkzeuge dieser sog. Pelzfresser dienen übrigens nicht blos zum Nagen, sondern auch beim Klettern zum Festhalten, weshalb denn auch die Krallen an den Füßen eine viel schwächere Entwicklung haben als bei den saugenden Läusen. Uebrigens bestehen auch diese Pelzfresser keine Verwandlung, sondern kriechen gleich vollkommen ausgebildet aus dem Eie.

Ungleich vollkommnere und dabei weniger ekelhafte Thiere sind die Flöhe. Diese besitzen nicht nur einen in Kopf, Bruststück und Hinterleib scharf gesonderten Körper und einen deutlich gegliederten Hinterleib, sondern sie durchlaufen auch, bevor sie ihre Vollendung erreichen, die drei bekannten Verwandlungsstufen der höheren Insekten. Aus dem Ei des Flohes entsteht nämlich eine wurmartige, mit Borsten bedeckte Made (Fig. 184, Abb. 4), welche sich später in eine Puppe verwandelt, und erst aus dieser kommt nach einiger Zeit der Floh in seiner voll-

kommenen Gestalt hervor. Die Maden oder Larven der Flöhe leben von allerlei organischen Abfällen, und halten sich gern in den Ritzen der Fußböden, in schmutzigen Kammern und dergleichen Lokalitäten auf. An dem erwachsenen Floh sind bekanntlich die beiden hintersten Beine als Sprungbeine ausgebildet. Dieselben übertreffen die anderen an Länge, haben sonst aber ganz denselben Bau. Daß blos die weiblichen Flöhe stechen und Blut saugen, nicht aber die kleinern Männchen, ist eine Sage, die dadurch ihre Erklärung findet, daß die Weibchen eine längere Zeit leben und deshalb auch häufiger anzutreffen sind. Dagegen ist vollkommen richtig, daß der Mensch gelegentlich auch von den Flöhen anderer Thiere, insonderheit denen der Hunde, heimgesucht wird, obwol der Hundefloh von dem Pulex irritans des Menschen abweicht, wie sich der Leser leicht überzeugen kann, wenn er den Kopf des auf Fig. 184 abgebildeten Menschenflohs (Abb. 1 ist das Weibchen, Abb. 2 das Männchen) mit dem auf ders. Fig. bei Abb. 3 abgebildeten Kopfe des Hundsflohes vergleicht. Was den Menschenfloh auszeichnet, ist die Abwesenheit des kräftigen Borstenkammes, der den Hinterrändern der vorderen Körpersegmente bei den Flöhen der behaarten Thiere ansitzt.

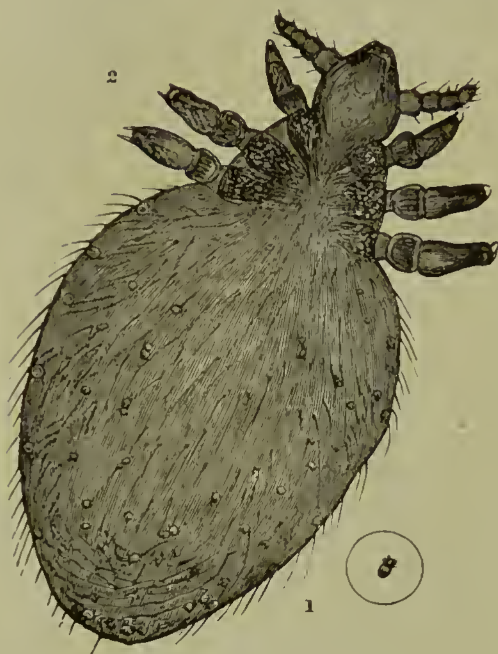


Fig. 183. Hundslaus.

Eine besondere Erwähnung verdient übrigens der in den tropischen Gegenden der alten wie der neuen Welt sehr weit verbreitete sog. Sandfloh (Pulex penetrans), dessen Weibchen sich bei Menschen und Thieren in die Haut besonders der Beine einbohrt und hier sehr bald zu einem blasig ausgedehnten, erbsengroßen Körper wird, der durch seinen Druck nicht selten zu langwierigen und bösartigen Entzündungen Veranlassung giebt. Nur das hintere Leibesende mit der After- und Geschlechtsöffnung sieht aus der Haut nach außen, sodaß die massenhaft erzeugten Eier — es ist vornehmlich die mächtige Entwicklung des Eierstockes, welche die Schwellung des Körpers (eigentlich nur des Hinterleibes) zur Folge hat — ungehindert nach außen treten.

Die Zweiflügler (Diptera), welche die zweite Ordnung der Insekten bilden, haben, wie schon ihr Name verräth, zwei Flügel, und zwar zwei Vorderflügel. An der Stelle der bei den vollkommneren Insekten vorhandenen Hinterflügel befinden sich zwei kleine Kölbchen (Schwingkölbchen). Der merkwürdigste Theil ihres Körpers ist der Kopf, besonders sein Saugrüssel. Dieser hat eine bald fleischige, bald hornige Beschaffenheit und besteht aus einer Rinne, der sog. Unterlippe, die zwei oder vier Kiefern von borsten- oder messerförmiger Gestalt in sich einschließt. (Die Abbildung 1 Fig 185 zeigt in a die Unterlippe, in b die daraus hervorgezogenen Stechborsten.) Die nach oben zusammengekrümmten Ränder der Rinne werden oftmals noch durch eine unpaare hornige

Platte, die sog. Oberlippe geschlossen. An den Seiten ist der bei der gewöhnlichen Fliege knieförmig gebogene Rüssel mit einem ein- bis fünfgliedrigen Taster versehen (Fig. 185, Abb. 1 c). Ebenso ist die Spitze des Rüssels häufig durch eine Rinne getheilt und lappig entwickelt (Fig. 186 u. 189). Die Augen sind gewöhnlich sehr groß, ja bei dem Männchen nehmen sie wol bisweilen den ganzen Kopf ein.

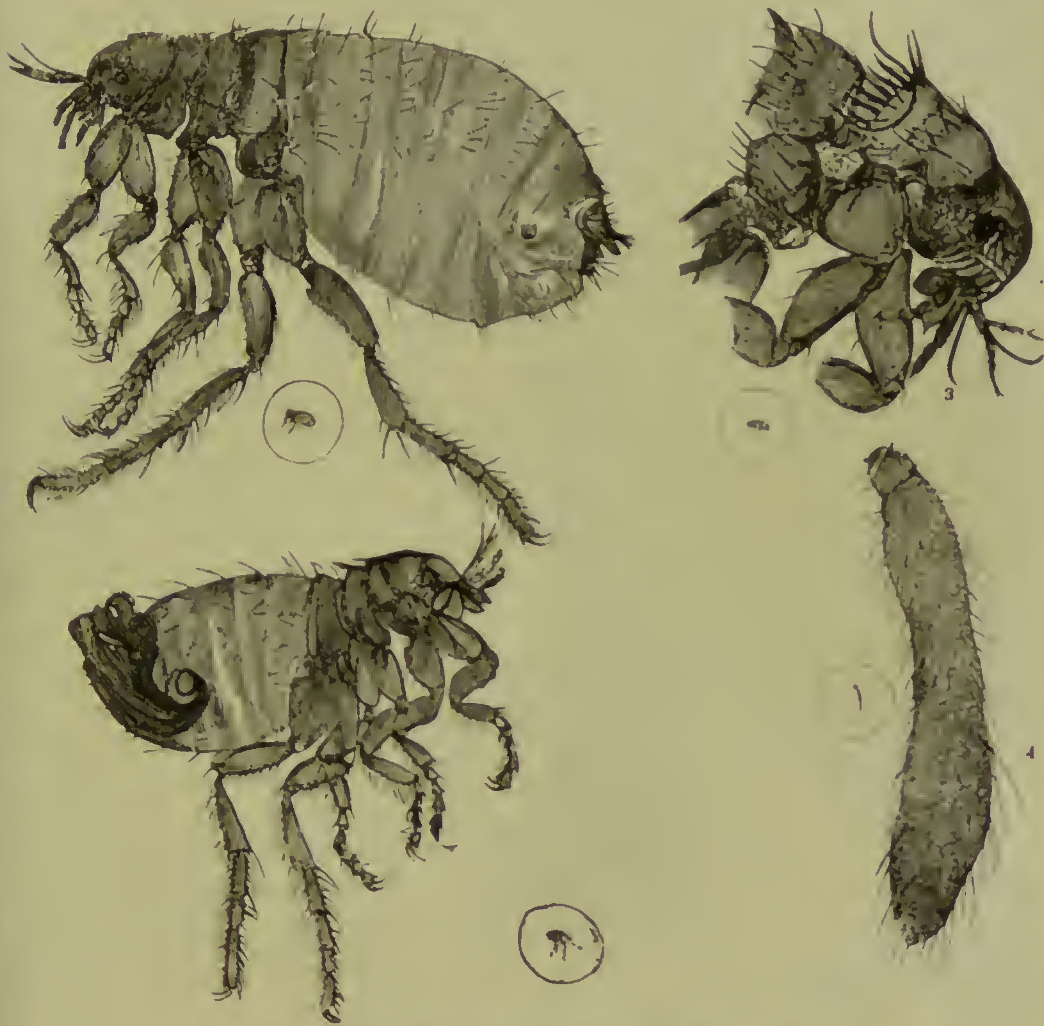


Fig. 184. Menschenfloh, Männchen und Weibchen. Hundsflohkerf, Flohmade.

Sie erscheinen immer als fein facettirte Kugelabschnitte ausgebildet (Fig. 185, Abb. 1 e). Zwischen den Augen sind auf der Stirn die Fühler eingelenkt, die bald bei den Mücken lang und vielgliedrig sind (Fig. 185, Abb. 1, d), bald auch, bei den eigentlichen Fliegen, vorn drei Glieder aufweisen, von denen das letzte durch lappige Form und den Besitz einer einfachen oder gefiederten Borste (Fig. 186) besonders ausgezeichnet ist. Der Kopf ist durch einen tiefen Einschnitt vom Brustkasten, dieser durch einen zweiten von dem ringförmig gegliederten Hinterleibe geschieden; kurz, an dem Körper der Dipteren erscheint die echte Insektengestalt vollständig ausgeprägt. Die Füße besitzen an ihrem Endgliede zwei einfache,

bisweilen gespalten Klauen; zwischen denselben befinden sich gewöhnlich zwei Fußballen (Afterklauen Fig. 190). All Dipteren erleiden eine vollständige Verwandlung. Die aus den Eiern entstehenden Larven sind meist fußlose Maden. Diese verwandeln sich gewöhnlich in ihrer eigenen Haut zu ruhenden Puppen, aus welchen nach einiger Zeit das vollkommene Insekt herausschlüpft. Es giebt übrigens eine Gruppe parasitischer Fliegen, die sog. Laus- oder Spinnenfliegen, deren Junge nicht blos im Mutterleibe aus den Eiern ausschlüpfen, sondern daselbst auch bis zur Verpuppungszeit verweilen, sodaß man früher der Ansicht war, die betreffenden Thiere erzeugten statt der Eier gleich von vorn herein Puppen (daher Pupiparen). Zu diesen sonderbaren Fliegen gehören u. a. auch die flügellosen sog. Schafläuse (Melophagus ovinus), und die bei unsern Schwalben so häufigen Vogelfliegen (Ornithomyia), die von den Unkundigen oft für geflügelte Bettwanzen gehalten werden.

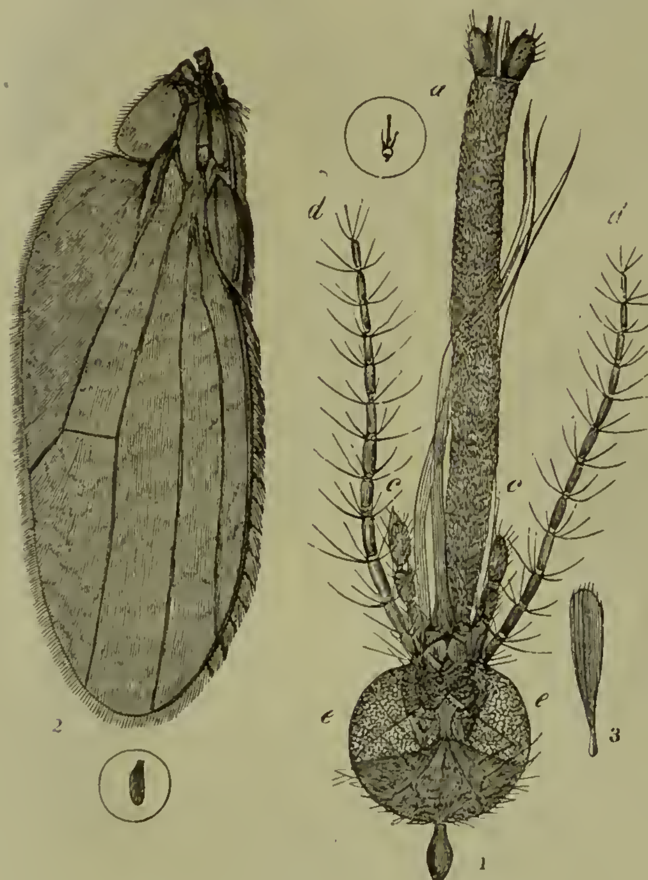


Fig. 185. Kopf und Flügel der Mücke.

Die bekanntesten Repräsentanten der Zweiflügler sind die *gemeine Mücke* (Culex pipiens), die *Stubenfliege* (Musca domestica) und die *Viehbremse* (Tabanus communis). Diese gemeinen Insekten bieten dem Mikroskopiker des Wunderbaren gerade genug dar, weshalb wir sie etwas näher in Augenschein nehmen wollen. Fig. 185 zeigt zunächst den Kopf (1) und den Flügel (2) der gemeinen Mücke in fünfzigfacher Linearvergrößerung. Der kugelförmige Kopf wird größtentheils von den beiden großen Augen (e) gebildet. Zwischen ihnen befinden sich an der Stirn zunächst die beiden, aus 14 Gliedern zusammengesetzten Fühler (d), neben diesen die fünfgliedrigen Taster (c), sodann die langen Kieferborsten (b), endlich der außerordentlich lange, cylindrische Saugrüssel (a), der im Normalzustande übrigens die Kiefer in sich einschließt. Beim Stechen werden zuerst die Borsten durch die Haut eingestoßen. Ist das geschehen dann saugt das Thier durch Hülfe des Rüssels, wie mit einem Heber, das Blut in sich ein. Daß blos die Weibchen stechen, nicht aber die Männchen, ist für die Mücken (resp. Mosquitos, die nichts Anderes als Mücken sind) eben so irrthümlich wie für die Flöhe. Der hier abgebildete Mückenkopf gehört übrigens einem Weibchen an. Woran ist das zu erkennen? höre ich hier meinen Leser fragen.

An den quirlförmig gestellten Borsten, die am Grunde eines jeden Fühlergliedes stehen. Bei den Männchen sind nämlich die Fühler federbuschartig lang behaart. Eine sehr zierliche Bildung besitzen auch die Flügel der Mücken. Ihre feingestreifte Haut, welche über mehrere sich zum Theil gabelförmig spaltende Längsrippen ausgespannt ist, zeigt sich nämlich unter dem Mikroskop über und über mit feinen, zarten Härchen bedeckt, die größtentheils in breite und fächerförmig gerippte Schüppchen sich verwandelt haben, wie es in Fig. 3 Abb. 185 bei etwa 200facher Linearvergrößerung abgebildet ist. Das merkwürdigste sind aber die Muskeln, welche die Flügel bewegen, weil dieselben sich unglaublich schnell zusammenzuziehen vermögen. Dadurch bewirken sie das bekannte Vibriren oder Schwirren der Mückenflügel, welches seinerseits das eigenthümliche Singen der Mücken hervorbringt. Man hat berechnet, daß ein Mückenflügel während einer jeden Minute 3000 Mal hin und her schwingt! Verschieden von diesem Singen ist ein anderer Ton, den die Mücken — und ähnlich verhalten sich auch viele andere Fliegen — durch Hülfe besonderer Stimmorgane zu erzeugen im Stande sind, die vorhangartig in den Spaltraum einzelner Luftlöcher hineinhängen und die der Luftstrom anbläst.



Fig. 186. Stubenfliege.

Nicht geringere Wunder enthüllt uns das Mikroskop am Leibe der gemeinen Stubenfliege. Zunächst zeige ich dem geehrten Leser eine solche schwach vergrößert (Fig. 186; vgl. auch Fig. 172). Am Kopfe fallen uns hier zuerst die beiden großen kugeligen, facettirten Augen auf. Schneiden wir von einem solchen Auge ein Stückchen ab und betrachten wir es unter dem Mikroskop bei auffallendem Lichte und hundertfacher Linearvergrößrenng, so bemerken wir, daß die Oberfläche des Auges aus lauter regelmäßig sechsseitigen, gleich großen, in der Mitte erhabenen und dicht aneinander gefügten Facetten zusammengesetzt ist (Fig. 188). Hinter einer jeden Facette liegt nun, wie das in Fig. 187 dargestellt ist, ein kegelförmiger, sog. Krystallkörper, der sich nach hinten in einem Nervenstab fortsetzt. Da Krystallkörper und Nervenstab nur sämmtlich, wie die angezogene Figur zeigt, nach dem Mittelpunkte des Auges, der das Ende des Sehnerven enthält, konvergiren und durch Pigmentscheiden isolirt sind, so kann man sich



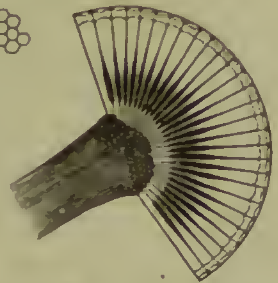
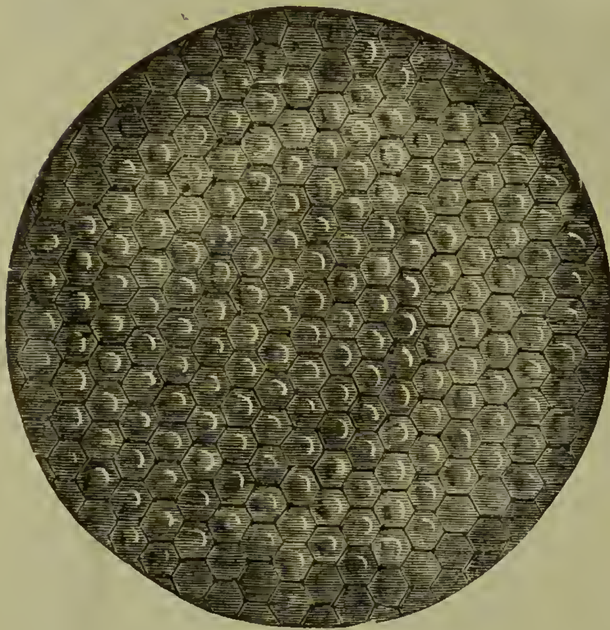


Fig. 187. Schematischer Durchschnitt durch ein zusammengesetztes Insektenauge.

gewissermaßen das Fliegenauge als ein System von lichtempfindenden Fasern vorstellen, die in radiärer Anordnung neben einander angeordnet sind und immer nur die in dieser Richtung einfallenden Strahlen zur Perception bringen. Die Fliege sieht also ein Mosaikbild, das sich aus so vielen Einzeleindrücken zusammensetzt, als Facetten oder Nervenstäbe vorhanden sind. Ein derartiges Gesichtsorgan nennt man gewöhnlich ein zusammengesetztes Auge. Streng genommen ist diese Bezeichnung jedoch nicht richtig, da sie auf der irrigen Annahme beruht, daß eine jede Facette mit den dahinterliegenden Theilen schon ein vollständiges Auge darstellt. Uebrigens besitzt nicht allein das Fliegenauge diesen wunderbaren Bau, sondern das Insektenauge überhaupt, denn alle Insekten — selbst viele Krebse — haben zusammengesetzte, äußerlich facettirte Augen. Die Zahl der einzelnen Facetten und Röhren ist ungeheuer, aber nach den Gattungen und Arten verschieden. Bei der Stubenfliege besitzt jedes Auge 7000, bei dem gemeinen weißen Schmetterlinge (Kohlweißling) sogar 34,650 Facetten!


Fig. 188. Fliegenauge.

Höchst merkwürdig gebaut ist ferner der Saugrüssel der Fliege. Man würde denselben wol schwerlich in Fig. 189 wiedererkennen, wo er in 50facher Linearvergrößerung abgebildet erscheint. Das Rüsselende ist hier von der Lippenseite mit flächenhaft ausgebreiteten Lappen dargestellt. Man erblickt auf dieser Fläche ein unregelmäßiges System von quergestreiften Strängen, die durch die Schärfe und Zierlichkeit ihrer Zeichen an Tracheen erinnern, in Wirklichkeit aber bloße Rinnen darstellen, welche von bogenförmigen Hornleisten durchzogen sind und dadurch offen erhalten werden, sodaß die Flüssigkeiten bei dem Aufsaugen ungehindert passiren, bis sie in den Innerraum der Rüsselhöhle eintreten. Dabei wird die Lippe von zahlreichen Muskelfasern durchzogen, die zum Zusammenlegen wie zur Entfaltung dienen. Eine ganz ähnliche Einrichtung besitzt auch der Saugrüssel der Bremse (Fig. 191 a) und vieler anderen Dipteren. An der Basis des Fliegenrüssels stehen die beiden keuligen Taster. Sehr interessant sind auch die Beine der Fliegen gebildet, die nicht blos Krallen tragen, sondern daneben auch noch mit paarigen oder unpaaren Haftlappen ausgestattet sind, denen oftmals noch zahllose Häkchen von mikroskopischer Kleinheit aufsitzen. Man vergleiche hierzu die Fig. 190, in der bei Abb. 1 das Fußende einer Lausfliege (mit kammförmigen Krallen, wie sie die Spinnen tragen), in Abb. 2 aber der Fuß einer gemeinen Schmeißfliege (Musca vomitoria) vergrößert dargestellt ist. Abb. 3 zeigt den Fuß einer andern verwandten Fliege.

Fabelhaft ist die Vermehrung der Hausfliegen und der Fliegen überhaupt. Eine einzige Schmeißfliege legt z. B. nicht weniger als 2000 Eier und erzeugt folglich eben so viele Maden, welche bereits am fünften Tage sich verpuppen und wenige Tage darauf in Fliegen umgewandelt erscheinen. Da die Maden dieser Fliege, welche bekanntlich vom Fleische leben, so außerordentlich gefräßig sind, daß eine jede schon 24 Stunden nach ihrer Entstehung infolge der aufgenommenen Nahrung das Zweihundertfache ihres ursprünglichen Gewichts wiegt, so durfte Linné wol behaupten, daß die Nachkommenschaft von drei Schmeißfliegen im Stande wäre, ein todtes Pferd in derselben Zeit zu verzehren, die ein Löwe dazu braucht. Eben wegen dieser Gefräßigkeit ihrer Maden spielen die Schmeißfliegen und verwandte Fliegenarten, deren Maden von rohem und faulem Fleische leben, eine sehr wichtige Rolle im Haushalte der Natur, indem sie die Thierleichen zerstören und dadurch wesentlich zur Reinigung der Luft von bösartigen Dünsten beitragen. So lästig auch diese Fliegen im Haushalte der Menschen werden, wenn sie ihre Eier in das rohe Fleisch der geschlachteten Thiere legen, so sollten wir ihnen doch dankbar sein, denn der Schaden, den sie uns zufügen, ist viel geringer, als der Nutzen, den sie stiften.



Fig. 189. Rüssel der Stubenfliege.

Schließlich noch ein paar Worte über die Bremse (Tabanus). Den Saugrüssel dieses Thieres mit der zierlichen Bildung seiner Lippen haben wir bereits kennen gelernt (Fig. 191 a). Ich will blos noch einige Bemerkungen über den Stechapparat (b) dieses den Pferden und Rindern so lästigen, ja gefährlichen Insekts hinzufügen, da derselbe einen höchst merkwürdigen Bau besitzt; derselbe

besteht zunächst aus zwei harten, haarscharfen und feinspitzigen, sichelförmigen Schneidewerkzeugen (c), welche durch an ihre Basis angeheftete Muskeln rasch und mit solcher Kraft bewegt werden können, daß sie einen tiefen Einschnitt in die Haut der Thiere, deren Blut die Bremse saugt, zu machen im Stande sind. Ein unpaarer, ebenfalls beweglicher Stachel (d) scheint dazu bestimmt zu sein, die gemachte Wunde zu erweitern und zu vertiefen, damit die breite, an der Spitze offene und dreizackige Röhre (e) hineingesenkt werden kann. Diese Röhre paßt sammt dem Stachel in die an der untern Rüsselfläche befindliche Rinne (f) und wird durch die Saugbewegung des Thieres mit Blut gefüllt, welches von da in den Magen des Thieres übertritt. Die Taster (b) sind zweigliedrig und an dem Ende mit Haaren besetzt.

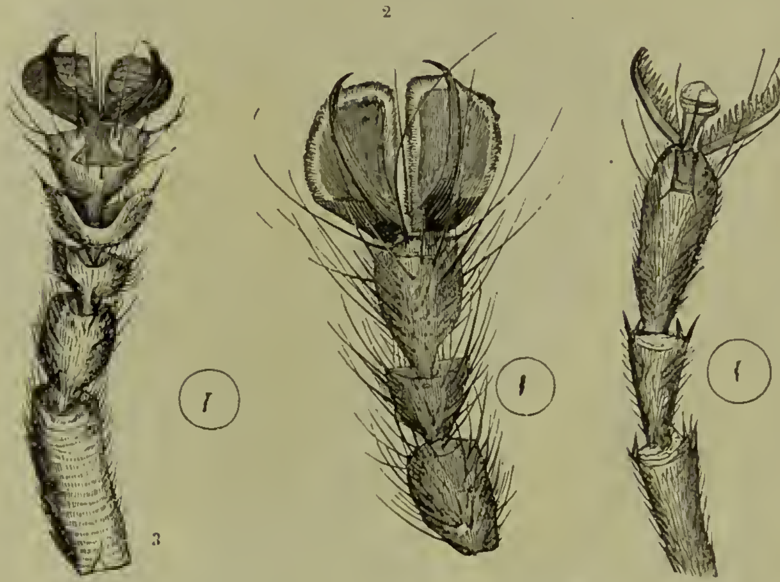


Fig. 190. Fliegenfüße: 1. von einer Lausfliege, 2. und 3. von Musciden.

Gelegentlich wird übrigens die deutsche Bezeichnung Bremse auch auf die sogenannten Dasselfliegen (Oestrus) angewendet, auf Fliegen, die im Gegensatze zu den Tabaniden außer Stande sind zu stechen, da sie im ausgebildeten Zustande nur verkümmerte Mundwerkzeuge besitzen, die eine Nahrungsaufnahme unmöglich machen. Dafür aber leben diese Thiere in der Jugend als förmliche Parasiten, bald unter der Haut, in den sog. Dasselbeulen (z. B. der Rehe), bald in den Stirnhöhlen (z. B. der Schafe), bald auch im Magen. Das Letztere gilt namentich von dem sog. Gastrus equi, der mit seinen hakenförmigen Kiefern oftmals in großer Menge der Magenschleimhaut der Pferde anhängt, bis er ausgewachsen ist und mit dem Kothe abgeht, um dann in der Erde seinen Puppenzustand zu verbringen. Die Fliege, die natürlich als solche nur kurze Zeit lebt, so lange die Nahrungsstoffe vorhalten, die sie aus dem Jugendleben in den ausgebildeten Zustand mit hinübergenommen hat, klebt ihre Eier an die Brust der Pferde, von wo sie dann durch Ablecken in den Magen gelangen. Uebrigens können auch die Maden der Schmeißfliege, wenn sie, wie es durchaus nicht selten geschieht, mit kalten Fleischspeisen in den Darm des Menschen übertragen werden, nach Parasitenart darin bis zur Verpuppung verweilen.

Unter den Halbflüglern, die ihren Namen davon haben, daß die beiden vordern oder obern Flügel bei den meisten nur zur Hälfte oder zum Drittheil durchsichtig und häutig, wie die Hinterflügel, zur andern Hälfte aber größten=

theils undurchsichtig und dickhäutig, oft auch pergamentartig sind, und welche ebenfalls einen Saugrüssel (Saugschnabel), dagegen keine Taster besitzen, auch keine vollständige Verwandlung erleiden, sind besonders die von Pflanzensäften lebenden Schildläuse (Coccus) und Blattläuse (Aphis) bemerkenswerth. Die Weibchen der zuerst genannten Thierchen haben nämlich die Form eines rundlichen Schildes und bleiben ihr ganzes Leben lang fast unbeweglich an der Stelle, wo sie entstanden, sitzen, nachdem sie ihren Saugrüssel in das Gewebe der Pflanzen eingebohrt haben, um den Saft herauszusaugen zu können. So unscheinbar und unschön diese Thiere sind, so hat doch eines derselben eine bedeutende Wichtigkeit erhalten. Es ist dies die Cochenilleschildlaus (Coccus Cacti), von welcher Fig. 192 bei Abb. I das Männchen, bei II das Weibchen, und zwar bei II a von der Rücken, bei II b von der Bauchseite gesehen, in starker Vergrößerung zeigt. Die Schildläuse sind die unvollkommensten von allen Halbflüglern. Die Männchen besitzen blos zwei Flügel, dem Weibchen fehlen sie ganz. Der Körper ist bloß beim Männchen in Kopf, Bruststück und Hinterleib geschieden, beim Weibchen dagegen eine schildförmige oder kugelige, ungegliederte Masse, welche an der untern Fläche sechs kurze Klauenbeine, einen kegelförmigen, mit langen Borsten versehenen Saugschnabel, zwei sehr kleine Augen und an der Stirn zwei kurze Fühler trägt. Die weiblichen Schildläuse erleiden keine wirkliche Verwandlung, indem sie sich unmerklich aus



Fig. 191. Rüssel und Stachelapparat der Viehbremse.

der ihnen ganz ähnlichen, nur kleineren Larve herausbilden; die männlichen dagegen erhalten ihre vollkommene Gestalt erst, nachdem sie sich als Larven verpuppt haben. Die Puppe ist von einem flockigen Gewebe, welches wie ein kleiner Cocon der Seidenraupenpuppe aussieht, umgeben. Sobald die Männchen sich mit dem festsitzenden Weibchen begattet haben, sterben sie, da die Abwesenheit von Mundorganen ihnen (im ausgebildeten Zustande) eine Nahrungsaufnahme unmöglich macht. Die Weibchen legen hierauf Eier, ohne sich vom Fleck zu bewegen, sterben bald darauf über den Eiern und bilden nun mit ihrem Leibe ein schildförmiges oder blasiges Dach über der jungen Brut. In unsern Gewächshäusern sind die Blätter mancher Pflanzen (z. B. des Oleander) oft über und über mit solchen Schildern bedeckt. Die Cochenilleschildlaus lebt vom Safte einer der indianischen oder Wundfeige ähnlichen Kaktusart (der Opuntia coccinellifera),

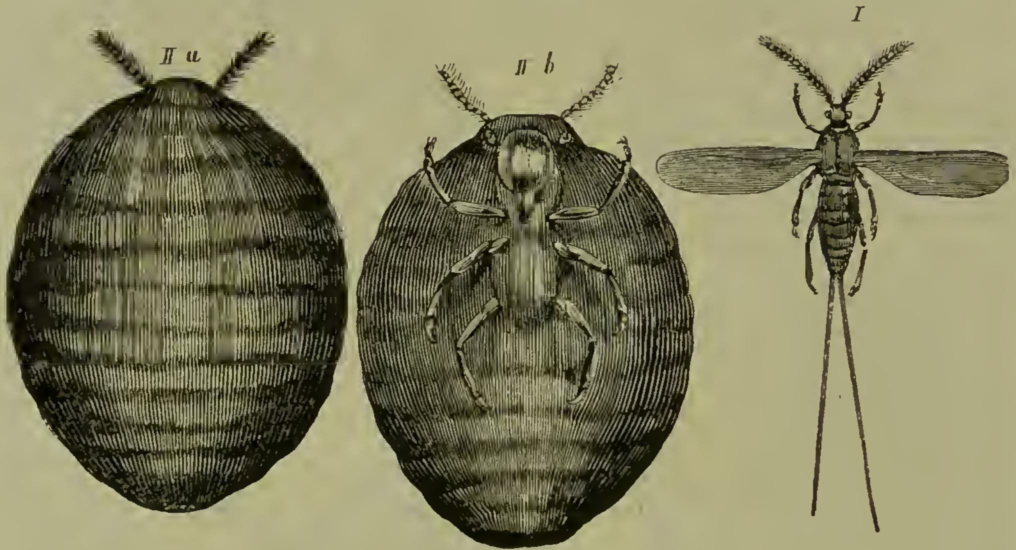


Fig 192. Cochenille, Männchen und Weibchen.

welche; wie auch die Schildlaus selbst, in Mexiko einheimisch ist. Das Männchen hat einen dunkelrothen, das Weibchen einen ähnlich gefärbten, aber mit einem zarten weißen Flaume bedeckten Körper. Beider Körper enthält einen prachtvoll scharlachrothen Färbstoff, das geschätzte und sehr theure Cochenilleroth. Wegen dieser schönen Farbe wird die Cochenilleschildlaus in Mexiko und anderwärts förmlich gezüchtet, indem man Pflanzungen von jener Kaktusart anlegt und die Kaktussträucher mit Cochenilleschildläusen besetzt. In Mexiko ist die Benutzung und Zucht der Cochenille uralt, denn schon zu der Zeit, als die Spanier das Land eroberten, trugen die Häuptlinge der Eingeborenen mit Cochenilleroth gefärbte Mäntel. Durch die Spanier wurde die Cochenillezucht nach Spanien verpflanzt, wo sie gegenwärtig an einigen Punkten der Südküste, besonders um Malaga, in ziemlich großem Maßstabe und mit gutem Erfolge betrieben wird. Auch in Algerien und auf Sizilien wird die Cochenilleschildlaus gezüchtet. Von einer ganzen Anzahl gemeiner Schildläuse (z. B. die Orangeschildlaus, Lecanium hesperidum) findet man merkwürdiger Weise blos Weibchen. Die Eier derselben bleiben unbefruchtet, entwickeln sich aber nichtsdestoweniger zu neuen Thieren. Man hat eine solche spätere Entwicklung der Eier (Parthenogenesis) lange Zeit

für eine Fabel gehalten, sich aber neuerdings, besonders durch die Untersuchungen v. Siebold's und Leuckart's, davon überzeugt, daß sie in Wirklichkeit existirt und bei gewissen Insekten — auch einigen Krebsen, wie Daphnia und Apus — sehr regelmäßig auftritt. Wir werden später nochmals Veranlassung finden, darauf zurückzukommen.

Die den Schildläusen nahe verwandten Blattläuse sind bald ungeflügelt, bald haben sie vier große und zarte, durchsichtige Flügel. Und zwar kommen bei der Mehrzahl der Arten, welche sich alle von Pflanzensäften ernähren, ungeflügelte und geflügelte Individuen neben einander vor. Das Merkwürdigste bei diesen bald grün, bald roth, bald braun, bald schwarz gefärbten Thierchen ist aber jedenfalls ihre Fortpflanzung. Diese steht fast einzig in ihrer Art im gesammten Thierreiche da und ist lange Zeit hindurch geradezu unbegreiflich gewesen, bis man darin eine dem Generationswechsel und der Parthenogenesis ziemlich verwandte Erscheinung kennen gelernt hat. Wie bei den Thieren mit Generationswechsel hat man bei den Blattläusen nämlich zweierlei verschiedene Formen zu unterscheiden: Geschlechtsthiere, welche nach Art der übrigen Insekten sich begatten und Eier legen, und solche, welche ohne vorausgegangene Begattung lebendige Junge gebären. Bei der Mehrzahl der Blattläuse treten die Geschlechtsthiere nur im Herbst auf. Es sind Männchen und Weibchen, die ersteren kleiner und meist geflügelt, die andern gewöhnlich ungeflügelt, wie das auch sonst wol bei andern Insekten — ich erinnere hier nur an die bekannten Leuchtkäfer, die (irrthümlicher Weise) sog. Johanniswürmchen — der Fall ist. In einigen Fällen sind die (dann beständig ungeflügelten) Männchen auch ohne Mundorgane, wie die männlichen Schildläuse. Nach der Begattung legen die Weibchen hartschalige Eier, die an den Zweigen, zwischen den Ritzen der Rinde und an dergl. Orten überwintern und im nächsten Frühling eine Brut aus sich hervorkommen lassen, welche schon nach kurzer Frist neue Blattläuse zur Welt bringt. Auch diese Generation erweist sich als fruchtbar und gebiert wiederum Blattläuse, sodaß die Menge derselben rasch um ein Erkleckliches zunimmt. In manchen Fällen zählt man — bei anhaltend günstiger Witterung und reichlicher Nahrung — bis zwanzig solcher geschlechtslosen Generationen, die einander

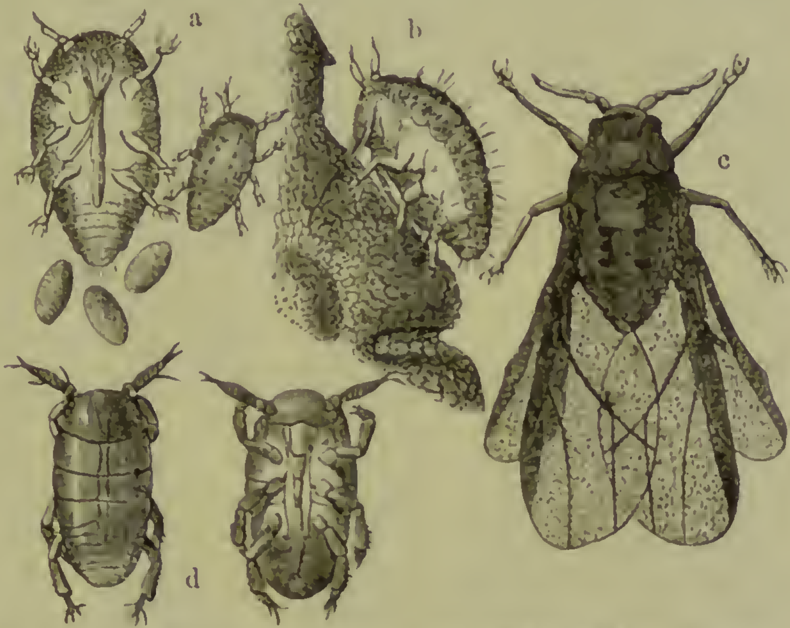


Fig. 193. Reblaus (Phylloxera vastatrix.): a ausgewachsenes Weibchen (eierlegend und mit Jungen), b ebenso (saugend), c geflügelte Form, d Wintergeneration (jung)

folgen und sämmtlich vivipar sind. Anfangs sind diese Thiere ungeflügelt, doch treten später gewöhnlich auch geflügelte Formen auf. Diese sind dazu bestimmt, neue Kolonien anzulegen, denn sie fliegen fort, suchen sich eine neue Nährpflanze und gebären daselbst sofort neue Weibchen. Endlich gegen den Herbst hin, werden die Geschlechtsthiere geboren. Da diese aber nur kurze Zeit leben, indem sie alsbald nach der Begattung und dem Eierlegen umkommen, so liegt es auf der Hand, daß die Eier der Blattläuse nur dazu bestimmt sind, die betreffende Blattlausart von einem Jahr zum andern zu erhalten. Die Eier der Blattläuse erfüllen folglich dieselbe Aufgabe, welche den Dauersporen des Kartoffelschimmels, des Traubenschimmels, des Mehlthauschimmels u. s. w. obliegt. In neuerer Zeit hat man übrigens auch Blattlausarten kennen gelernt, bei denen die geschlechtslosen Zwischengenerationen nicht durch vivipare Thiere, sondern durch parthenogenesirende Weibchen vertreten sind, welche Eier legen, wie sonst blos die weiblichen Geschlechtsthiere, Eier aber, die keiner Befruchtung bedürfen. Zu diesen Arten gehört vornehmlich die berüchtigte Reblaus (Phylloxera vastatrix), die seit kaum zehn Jahren im südlichen Frankreich ganze ausgedehnte Weinkulturen zerstört hat und auch schon an mehreren Orten Deutschlands in bedenklichster Weise bemerklich geworden ist. Wir haben dieselben in der vorstehenden Fig. 193 auf verschiedenen Entwicklungsstufen dargestellt. Das Thier lebt an den Wurzeln der Rebe, also subterran, sodaß es sich leicht der Untersuchung entzieht, geht aber gelegentlich auf die

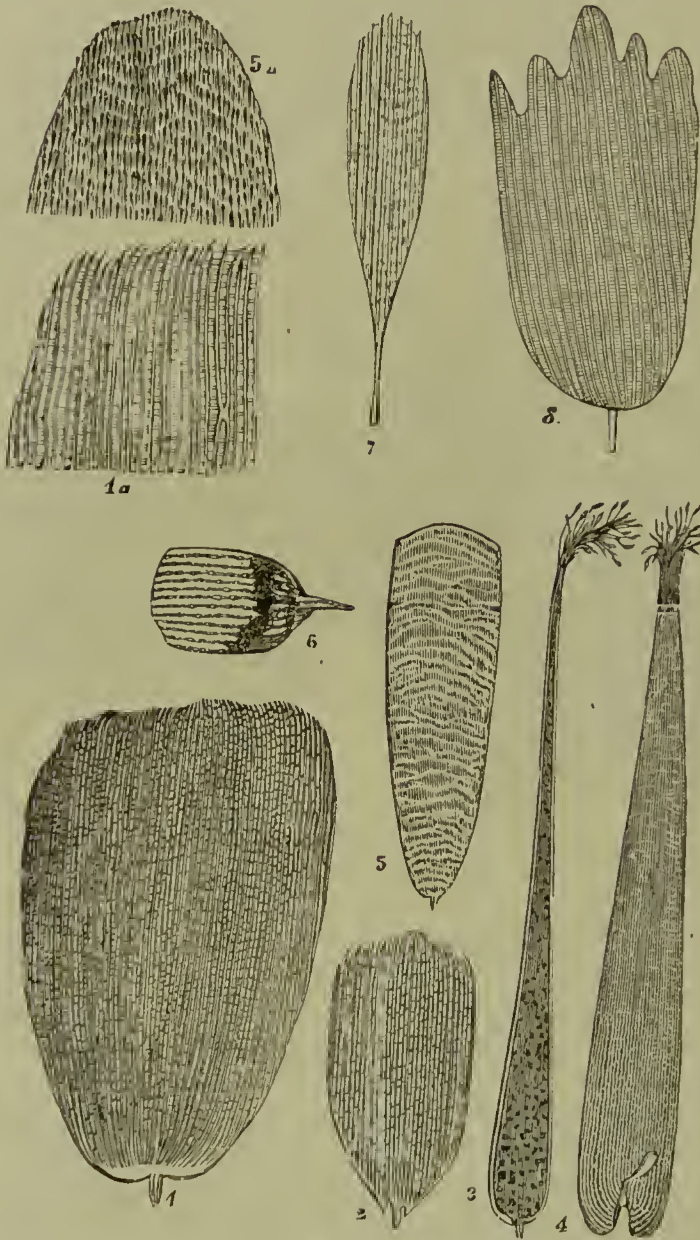


Fig. 194. Schmetterlingsschuppen.

Blätter über und erzeugt hier gallenförmige Auswüchse, in denen es sich vermehrt, wie das auch von gewissen viviparen Blattläusen, z. B. der Ulme, bekannt ist. Bei der großen Fruchtbarkeit und der raschen Folge der parthenogenesirenden Generationen wächst die Zahl der Rebläuse bald ins Ungemessene, so daß die Wurzeln der infizirten Reben degeneriren und der Stock verkümmert. Die im Hochsommer auftretenden geflügelten Formen (Abb. c, Fig. 193) tragen das Uebel in immer weitere Kreise. Den parthenogenesirenden Generationen gegenüber treten die eigentlichen Geschlechtsthiere noch mehr zurück, als das bei den viviparen Blattlausformen der Fall ist, denn Weibchen so gut wie Männchen der Rebläuse sind von Geburt aus ohne Mundwerkzeuge und deshalb denn auch von kürzester Lebensdauer. Sie verlassen bereits als geschlechtsreife Thiere (von unbedeutender Größe und beständig flügellos) das Ei, um sich zu begatten und durch Ablegen eines — immer nur einzigen — Eies einen neuen Generationscyklus einzuleiten.

Zu den Halbflüglern gehören auch der berühmte Laternenträger der heißen Zone Amerika's (Fulgora laternaria), die Singcikade (Cicada Orni) Südeuropa's, die Baumwanzen und die verhaßte Bettwanze (Acanthia lectularia) mit ihren zahlreichen Verwandten.

An die Halbflügler schließt sich in der systematischen Reihenfolge der Insekten das buntfarbige, leicht beschwingte Volk der wegen ihrer schönen Form, ihres zarten Baues, ihres prächtigen Gewandes und ihres harmlosen Wesens allgemein beliebten Schmetterlinge oder Schuppenflügler (Lepidoptera) an. Den letztern Namen verdanken diese herrlichen Insekten dem feinen Schuppengefieder, welches ihre vier sehr vollkommenen Flügel bedeckt. Bei jeder Gattung, ja fast bei jeder Art haben diese Schuppen einen andern Bau und eine andere Form, aber immer sind sie höchst zierlich und eignen sich daher vorzüglich zu Unterhaltungen mit dem Mikroskop. Fig. 194 zeigt Schuppen von verschiedenen Schmetterlingen in starken Vergrößerungen. Abbild. 1 ist eine 250mal vergrößerte Schuppe von Morpho Menelaus, 1 a ein Stückchen in 500facher Linearvergrößerung, 2 eine Schuppe von Polyommatus Argiolus, 3 eine Haarschuppe und 8 eine Flügelschuppe der Hipparchia Janira, eines auf unseren Wiesen häufigen Schmetterlings, 4 eine Schuppe des Kohlweißlings (Pontia brassicae), 6 die Schuppe eines azurblauen Schmetterlings, gleich allen vorhergehenden in 250facher Linearvergrößerung dargestellt.

Die bei Abb. 5 dargestellte Schuppe stammt von keinem Schmetterlingsflügel, sondern von der Körperoberfläche der zu den Apteren gehörenden Podura plumbea, des bleifarbenen Springschwanzes, eines etwa 2 Millim. langen Insekts, welches sich im Frühjahre unter abgefallenem Laub und Moos in Wäldern häufig findet und dessen Körper über und über beschuppt ist. Abb. 5 a zeigt einen Theil einer solchen Schuppe in 500facher Linearvergrößerung. Gleiche Vergrößerung besitzt die Abbildung 7, welche die Schuppe von einem Mückenflügel darstellt.

Die Schuppen der Schmetterlinge stehen immer regelvoll auf den Flügeln. Sie sind in kleine Vertiefungen eingefügt und decken sich gegenseitig, wie die Federn der Vögel. Dem bloßen Auge erscheinen sie als schimmernder, duftiger Staub, der sich leicht abwischen läßt. So vollkommen die Schmetterlinge hinsichtlich des Baues ihrer Flugwerkzeuge in der Insektenwelt dastehen, so sind doch ihre Mundorgane (im ausgebildeten Zustande) viel unvollkommener gebildet als bei den

Hemipteren und andern Insekten. Von Oberlippe und Kinnbacken ist kaum eine Spur vorhanden, dafür aber haben sie einen zum Saugen eingerichteten Rüssel, der am Grunde von zwei buschigen Tastern (Anhängen der sonst sehr reduzirten Unterlippe) umfaßt wird. Bei näherer Untersuchung ergiebt sich der Rüssel übrigens als ein paariges Gebilde, das den beiden sog. Unterkiefern entspricht. Er besteht nämlich aus zwei Rinnen, die zusammen eine Röhre bilden, in welcher der Honig beim Saugen wie in einem Heber emporsteigt. Diese nach ihrem Ende zu sich allmählich verschmälernde Saugröhre, welche bei manchen Dämmerungsfaltern den Körper des Schmetterlings an Länge übertrifft, aber gewöhnlich bedeutend kürzer als dieser ist, liegt in der Ruhe immer spiralförmig aufgerollt zwischen den Tastern; beim Saugen aber wird sie ausgestreckt und ihre Spitze in die aufzusaugende Flüssigkeit, den Honig der Blumen, eingetaucht. Fig. 195, Abb. 2, zeigt die zusammengerollte Saugzunge eines Schmetterlings vergrößert und bei 3 ein Stückchen davon in noch stärkerer Vergrößerung. Bei manchen Arten hat der Rüssel übrigens eine weniger vollständige Bildung. So besonders bei den sogenannten Spinnern (Bombyces), denen bekanntlich auch der Seidenspinner (Bombyx Mori) zugehört. Die meisten dieser Thiere genießen deshalb auch im ausgebildeten Zustande keine Nahrung. Sie begatten sich bald nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe und gehen dann zu Grunde.

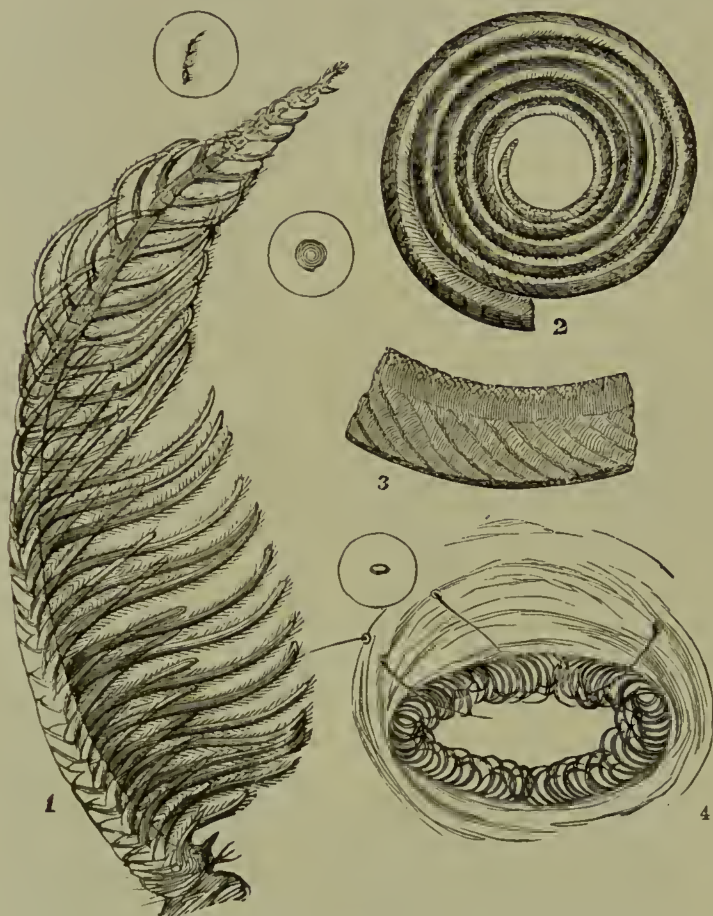


Fig. 195. Fühler und Zunge des Seidenspinners; bei 4 der Bauchfuß der Raupe.

Einen höchst zierlichen Bau besitzen auch die Fühler der Schmetterlinge, wovon sich der Leser überzeugen wird, wenn er einen Blick auf Abb. 1 in Fig. 195 wirft, wo der Fühler des eben genannten Seidenspinners und zwar des Männchens (denn das Weibchen hat borstenförmige Fühler) stark vergrößert abgebildet ist. Die Fühler der Schmetterlinge — und der Insekten überhaupt — eignen

sich ganz besonders zu mikroskopischen Untersuchungen für Anfänger, da sie keiner Präparation bedürfen. Die kleinen Grübchen, die man bei starker Vergrößerung besonders der letzten, oft (wie z. B. bei dem Maikäfer) abweichend gestalteten Glieder an denselben bemerkt, vermitteln die Geruchsempfindung: die Fühler der Insekten sind nicht bloße Tastwerkzeuge, sondern auch Riechorgane. Ein Gleiches gilt übrigens auch von den (vorderen) Antennen der Krebse, die bei den Zehnfüßern auch noch das Gehörorgan in sich einschließen.



Fig. 196 Wespen und Bienenstachel

Die Schmetterlinge entstehen bekanntlich durch die Verpuppung der sogenannten Raupen, welche aus den Eiern der nach dem Eierlegen bald sterbenden weiblichen Schmetterlinge hervorgehen. Auch diese von vielen Menschen verabscheuten und geflohenen Thiere bieten dem Mikroskopiker ein reiches Feld der Forschung dar und beherbergen ungeahnte Wunder an und in ihrem bisweilen sehr unscheinbaren Leibe. Wie wunderbar ist nicht z. B. der Fuß der nützlichen, aber gerade recht ekelhaft aussehenden, nackten, wurmähnlichen Seidenraupe gestaltet, den Abb. 4 in Fig. 195 stark vergrößert und von der untern Fläche oder der Sohle gesehen darstellt. Die Sohle besitzt einen Kranz zierlicher, sichelförmiger Häkchen oder Krallen, mittels deren es der Raupe möglich wird, auf glatten Flächen, wie die Oberfläche der Maulbeerblätter ist, von denen sie lebt, zu kriechen; und zwar ist dieser Fuß ein Bauch- oder Afterfuß, mit welchem Namen man bei den Raupen die ungegliederten, zum Anklammern bestimmten Füße bezeichnet, welche sich am mittlern und hintern Theile des Raupenkörpers befinden. Aehnlich sind die Klammerfüße aller Raupen gebaut.

Zu den eigenthümlichsten und interessantesten Organen der Raupen gehören übrigens auch die Spinnwerkzeuge, die besonders bei den Bombycinen entwickelt sind und hier den sog. Cocon liefern, in dessen Innern die Raupe ihre Verwandlung besteht. Bei dem Seidenspinner ist dieser Cocon seiner Hauptmasse nach nur von einem einzigen Faden gebildet, der mehrere hundert Fuß lang ist und sich

deshalb denn auch leicht abspinnen läßt, weit leichter wenigstens, als bei den meisten übrigen Spinnern, bei denen der Cocon aus einer größeren Menge kürzerer Fäden besteht. Das Material, welches die Fäden liefert, ist, wie bei den Araneen, das Absonderungsprodukt einer Drüse, die einen großen Theil der Leibeshöhle ausfüllt, aber nicht hinten, sondern am Kopfe, auf der Mitte der Unterlippe, mittels eines Wärzchens ausmündet. Im Innern der Drüsenschläuche hat dieses Material eine dickflüssige Beschaffenheit. Die spätere Fadenform nimmt dasselbe erst beim Durchtritt durch die Ausführungsgänge an, die sich sehr bald in einen für beide Drüsen gemeinschaftlichen, sehr eigenthümlich gebauten Spinnapparate vereinigen. Sobald die beiden Fäden dann in letztern eintreten, werden sie durch eine von der Unterseite vorspringende bewegliche Leiste gegen die obere feste Wand gepreßt und dabei, der Form des Innenraumes entsprechend, zu einem platten Bande zusammengedrückt, an dem man bei mikroskopischer Untersuchung übrigens immer noch die Zusammensetzung aus zwei Fäden nachzuweisen im Stande ist. Da dieser Doppelfaden auch im getrockneten Zustande seine charakteristische Form behält, so bietet das Mikroskop ein untrügliches Mittel, die Seide zu erkennen und etwaige Verfälschungen derselben nachzuweisen.

Die Insekten der bis jetzt geschilderten vier Ordnungen haben fast alle einen zum Saugen eingerichteten Mund, indem Pflanzensäfte und Blut ihre ausschließliche Nahrung bilden. Dagegen sind die Insekten der vier noch übrigen Ordnungen mit einem zum Nagen und Beißen eingerichteten Mund, oder, was dasselbe besagt, mit sehr viel vollkommenern Freßwerkzeugen versehen. Da dieselben zugleich auch sehr entwickelte Flugorgane, in der Regel vier vollständige Flügel, besitzen, so werden sie mit Recht als die vollkommensten Insekten betrachtet.

Diejenigen der ersten und dritten Ordnung, die Netzflügler und Geradflügler, erleiden eine nur unvollkommene, diejenigen der zweiten Ordnung aber, die Hautflügler, und die Käfer, eine vollkommene Verwandlung. Die Netzflügler (Neuropteren) haben ihren Namen von den zu einem zierlichen Netz verbundenen Adern erhalten, welche ihre häutigen Flügel durchziehen. Zu ihnen gehören die bekannten Libellen oder Wasserjungfern, die Eintags- und Florfliegen. An diese schließt sich das zahlreiche Heer der mit ebenfalls häutigen, aber mit von wenigen Adern durchzogenen Flügeln versehenen Hautflügler (Hymenopteren) an), deren Weibchen häufig einen Stachel besitzen. Die bekanntesten Repräsentanten dieser Ordnung sind die Ameisen, Wespen, Hornissen, Hummeln und Bienen. Den interessantesten Theil ihres Körpers bilden der Stechapparat und die Mundwerkzeuge, die derart über die Enden des Körpers vertheilt sind, daß der erstere die Spitze des Hinterleibes bildet. Hier liegt derselbe mehr oder minder vollständig zurückgezogen in einer Scheide, aus welcher er beim Stechen und Eierlegen — denn eigentlich ist der Stachel auch ein zugleich als Waffe dienender Legapparat und deshalb auch nur bei weiblichen Thieren zu finden — nach außen hervortritt. Zu diesem Zweck ist der Stachel mit kräftigen Muskeln versehen, welche so angebracht sind, daß sie ihn herauszustoßen und zurückzuziehen vermögen. Bei näherer Untersuchung zeigt der Stachel übrigens, wie Fig. 196 erkennen läßt, einen sehr zusammengesetzten Bau. Er besteht zunächst aus der sog. Lade, die den Haupttheil ausmacht, und zwei feinen und spitzen Gräten, die in derselben spielen und am vorderen hornartig gebogenen Ende mit einer Anzahl horniger Platten in Verbindung stehen. Diese letzteren sind verschiebbar und

übertragen ihre Bewegungen dann auf die Gräten, die beim Stechen zunächst eindringen. Unterhalb dieser Gräten wird die Lade noch von einem Hohlraum durchzogen, durch den sich im Augenblicke des Stechens eine (aus Ameisensäure bestehende) ätzende Flüssigkeit ergießt, die dann in die Wunde abfließt und eine intensive Reizung zur Folge hat. Zur Absonderung derselben besitzen die Thiere eine eigene Drüse, deren Sekret sich in der muskulösen sog. Giftblase bis zum Abfließen ansammelt.

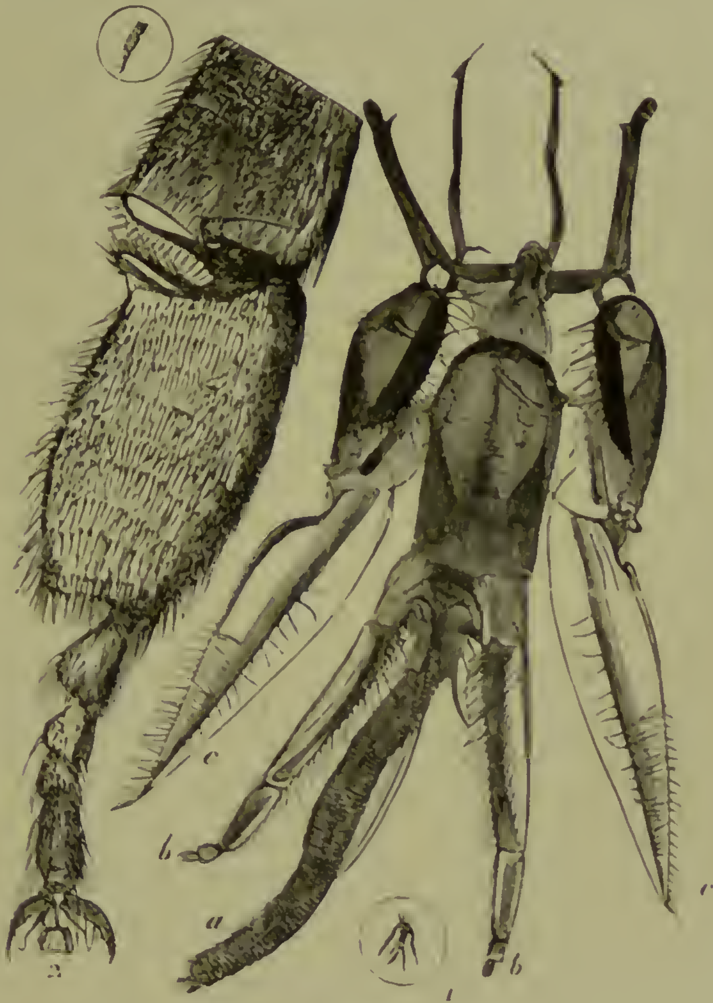


Fig. 197. Bienenrüssel und Bienenfuß.

Seitlich neben der Stachelscheide tragen die weiblichen Hautflügler noch zwei mit Haaren besetzten sogenannte Analtaster, die in Abbild. 1 neben dem Stachel hervorragen.

Einen nicht minder wunderbaren Bau besitzt auch der Apparat, mit welchem die Bienen den Honig aufsaugen oder richtiger vielmehr auflecken (Fig. 197, Abb. 1). Er besteht nämlich aus einer langgestreckten, haarigen Zunge (a), die mit den zugehörigen zwei Tastern (b) die Unterlippe bildet, und zwei lanzettförmigen hohlen, harten, hornartigen Körpern (c), welche als Unterkiefer anzusehen sind. Letztere haben nicht blos den Zweck, die inneren Blütentheile, als Staubgefäße und Blütenblätter, auseinander zu biegen und dem Rüssel den Weg zu dem im Grunde

der Blüte angesammelten Honig zu bahnen, sondern dienen weiter auch zum Abstreifen des Honigs, der beim Lecken zwischen den Haaren der Zunge hängen bleibt. Die Wespen besitzen statt der langen gestreckten Zunge eine solche von kurzer Lappenform, weshalb dieselben auch keine Blumen befliegen, sondern blos freie Flächen belecken. Dafür aber haben die Haare eine solche Rigidität und Schärfe, daß die Zunge wie eine Feile zu wirken vermag und ihren Trägern erlaubt, Beeren und Früchte zu benaschen. Außer den Unterkiefern besitzen unsere Hautflügler nach Art der übrigen Insekten mit beißenden Mundwerkzeugen auch noch ein Paar zangenartiger Oberkiefer, mit deren Hülfe dieselben theils feste Nahrungsstoffe (Blumenstaub, auch Fleisch) genießen, theils auch die zur Genüge bekannten kunstvollen Bauten aufführen, durch welche besonders die in Kolonien zusammenlebenden Arten, und namentlich unsere Honigbienen, seit den ältesten Zeiten die allgemeinste Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben.

Die letztern bauen ihre Nester, die sog. Waben, nicht aus mehr oder weniger — oft zu einer förmlichen Pappe — verarbeiteten Pflanzenstoffen, sondern aus Wachs, einer Substanz, die von den Bienen selbst bereitet und in besonderen, jederseits unter den Hinterrändern der Bauchsegmente gelegenen Taschen (Wachstaschen) abgeschieden wird. Der Laie meint freilich, daß die Bienen das Wachs schon fertig aus den Blüten einsammelten und in den sog. Höschen der Hinterbeine in den Stock trügen, allein das, was an diesen Stellen zu ansehnlichen gelb (oder roth) gefärbten Ballen sich anhäuft, ist kein Wachs, sondern Blütenstaub, den die Bienen fressen und zur Fütterung ihrer Brut in größerer Menge zusammentragen. Beim Eindringen in die Blüten bleibt dieser Blumenstaub zwischen den Haaren, welche den Leib bedecken, hängen, und von da wird derselbe dann mittels der ersten Fußglieder der beiden hintern Beinpaare, die, wie Abb. 2 der Fig. 197 zeigt, durch einen regelmäßigen Haarbesatz zu förmlichen Bürstchen geworden sind, ausgekämmt und in die sog. Körbchen übertragen, die der Außenfläche der beiden letzten Unterschenkel anhängen. Bürstchen, Körbchen und Wachstaschen finden sich unter den Bienen übrigens blos bei den sog. Arbeitern, die freilich den bei weitem größten Theil der gesammten Masse ausmachen, zu vielen Tausenden (30- bis 40,000 und noch mehr) in einem Stocke leben, während daneben nur ein einziges Weibchen, die sog. Königin, und — zur Sommerszeit, so lange die Schwärmperiode dauert — einige hundert Männchen, die sog. Drohnen, gefunden werden. Streng genommen sind freilich die Arbeiter nichts Anderes als Weibchen, aber sie sind Weibchen mit verkümmerten Geschlechtsorganen, die in einem normalen Stocke niemals Eier legen, sondern blos der Brutpflege und den Geschäften des Haushaltes sich widmen, während die Geschlechtsthiere ausschließlich für die Erzeugung einer Nachkommenschaft zu sorgen haben. Dafür aber ist die Fruchtbarkeit der Bienenkönigin eine ganz exorbitante — so groß (nach Leuckart's Berechnung), wie die Fruchtbarkeit eines Weibes, das täglich etwa vier Kinder zur Welt brächte! Wir kennen aber nicht blos die Thatsache, daß die Arbeiter verkümmerte Weibchen sind, sondern wissen auch, daß die Verkümmerung ihrer Geschlechtsorgane die Folge einer ungenügenden Ernährung während des Larvenlebens ist. Die Larve, aus der eine Königin hervorzugehen bestimmt ist, wird nämlich nicht blos in besonderen eichelförmig gestalteten Zellen aufgezogen, die dem Rande der Waben anhängen, sondern auch zeitlebens mit reichlichen Mengen sog. Futterbreies gefüttert, einer Art Milch, die von den Arbeitsbienen in den mächtig entwickelten Speichel-

drüsen bereitet wird. Anders dagegen die Larve einer Arbeitsbiene, die in einer engen Zelle aufwächst und nur in den allerersten Tagen Speisebrei erhält, später aber mit Honig und Pollen genährt wird. Auf diese Weise erklärt sich denn auch die merkwürdige Thatsache, daß die Arbeiter bei etwaigem plötzlichen Abgange der Königin eine junge Arbeiterbiene durch königliche Haltung und Fütterung (in einer sog. Nachschaffungszelle) zu einer neuen Königin zu erziehen vermögen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen werden die Königinnen nur im Sommer erbrütet, wenn der Volksreichthum des Stockes so stark gewachsen ist, daß derselbe einen Schwarm abzugeben im Stande ist. Um dieselbe Zeit entwickeln sich auch die Drohnen, die auffallender Weise immer nur aus unbefruchteten Eiern hervorgehen. Die Königin hat es nämlich in ihrer Gewalt, die Eier zu befruchten oder unbefruchtet abzulegen, da das Sperma bei der Begattung nicht direkt in die Geschlechtswege, sondern in ein besonderes Anhangsgebilde, die sog. Samentasche, übertragen und von da dann durch willkürliche Bewegungen auf die vorbeistreichenden Eier abgesetzt wird. Unterbleibt die Befruchtung, dann entwickelt sich das Ei wie sonst bei den parthenogenesirenden Insekten, aber stets zu einem Männchen. Unterbleibt auch die Begattung, dann vermag die Königin überhaupt blos Männchen zu erzeugen. Man spricht in solchen Fällen von einer drohnenbrütigen Königin, die natürlich entfernt werden muß, wenn der Stock nicht zu Grunde gehen soll. Es giebt übrigens auch Königinnen, die erst nachträglich drohnenbrütig werden, wenn etwa der Samenvorrath sich erschöpft oder die Kontraktionsfähigkeit des Befruchtungsapparates verloren geht.

Aehnliche Erscheinungen, wie wir sie hier — Dank der methodischen Anwendung des Mikroskopes — von den Bienen kennen gelernt, kehren auch bei den verwandten Formen, besonders den Wespen und Hummeln wieder, nur daß hier insofern ein Unterschied obwaltet, als die Staaten derselben erst im Spätherbst neue Geschlechtsthiere erbrüten und nach der Begattungszeit sich auflösen, indem sämmtliche Glieder bis auf die jungen Königinnen zu Grunde gehen. Die letzteren überwintern und beginnen dann im nächsten Frühling die Gründung eines neuen Stockes, indem sie bis zur Erbrütung der ersten Arbeiter natürlich ganz nach Art der solitär lebenden Verwandten für die Aufzucht der jungen Nachkommenschaft zu sorgen haben. Die Staaten der Ameisen schließen sich durch ihre Dauer wieder an die der Bienen an, enthalten aber — es gilt das wenigstens von den volkreichern Staaten z. B. unserer braunen Waldameise (Formica rufa) — statt einer Königin deren eine größere Menge (bis zu 20 und noch mehr).

Derartige Thierstaaten finden sich übrigens nicht blos bei den Hautflüglern, sondern auch den Netzflüglern, wenigstens den Termiten, die gewöhnlich dieser Insektengruppe zugerechnet werden. Bei diesen erreicht das Prinzip der Arbeitstheilung, welches in allen diesen Fällen, wie bei den polymorphen Kolonien der Siphonophoren (S. 232), dem gesellschaftlichen Verbande zu Grunde liegt, sogar eine noch konsequentere Durchführung, indem die Vertheidigung des Stockes, die sonst den Arbeitern obliegt, besondern mit kräftigen Waffen (Kiefern) ausgestatteten sog. Soldaten — welche übrigens auch schon bei manchen tropischen Ameisen gefunden werden — obliegt, und neben den gewöhnlichen Geschlechtsthieren, deren immer ein Weibchen und ein Männchen ist, noch eigene Hülfsgeschlechtsthiere vorkommen, die für den Fall eines plötzlichen Verlustes der erstern ihrerseits eine Brut erzeugen und auf diese Weise den Staat vor dem Untergange retten. Uebrigens ist

das Termitenweibchen noch weit fruchtbarer als eine Bienenkönigin. Während letztere vielleicht jährlich 200,000 Eier legt, wissen wir von Termitenköniginnen, die deren täglich 60,000 Stück hervorbringen! Freilich hat auch der Eierstock dieser Thiere eine so kolossale Entwicklung, daß das Weibchen zur Zeit der Geschlechtsreife zu einer fast bewegungslosen wurstförmigen Masse von mehreren Zoll Länge heranwächst, während die Arbeiter kaum größer sind als unsere gewöhnlichen Ameisen.

Auch die beiden noch übrigen Insektengruppen, die Ordnungen der Geradflügler und Deckflügler oder Käfer, würden uns des Wunderbaren und Interessanten die Menge darbieten können, wenn wir des beschränkten Raumes halber darauf näher eingehen könnten. Ich bemerke daher blos noch, daß die Geradflügler, zu denen unter anderen die Heuschrecken, Heupferde, Grillen und Heimchen, sowie die häßlichen und lästigen Schaben oder Schwaben gehören, zwei härtliche, pergamentartige Vorder- und zwei viel breitere, der Länge nach fächerförmig gefaltete und von vielen Netzadern durchzogene Hinterflügel besitzen, bei den bekannten Käfern dagegen die Vorderflügel als hornartige, schildförmige Deckel, welche die hinteren häutigen Flügel bedecken und daher Flügeldecken genannt werden, ausgebildet sind. Die schrillen Zirptöne, welche zahlreiche dieser Thiere hervorbringen, werden dadurch erzeugt, daß harte mit mikroskopischen Zähnen oder Leisten versehene Körpertheile rasch auf einander hin- und herschieben. Bald sind es Kopf oder Brustschild, welche die Träger dieser Schrillorgane abgeben, bald die Beine oder die Flügel. Wo die Laute besonders intensiv sind, wie z. B. bei den Heuschrecken, da wird der Ton gewöhnlich noch durch Resonanzeinrichtungen verschiedener Art verstärkt. Daneben giebt es übrigens bei manchen Insekten (Bienen, Fliegen) noch eine andere Form von Stimmwerkzeugen, die mit den Luftlöchern in Verbindung stehen und von dem Luftstrome angeblasen werden, wie die Zungen der Orgelpfeifen oder die Stimmbänder der Wirbelthiere.

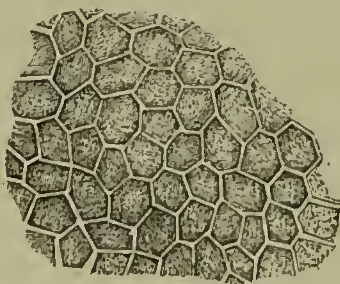


Fig. 198. Mikroskopische Ansicht des äußern Integumentes eines Insekts.

Sechster Abschnitt.

Der mikroskopische Bau der höheren Thiere und des Menschen.

(Vertebrata.)

Ich habe schon oben bemerkt, daß die höheren Thiere, gleich den höheren Pflanzen, viel mehr Uebereinstimmung in ihrem Baue erkennen lassen als die niederen Thiere, indem sowol die Säugethiere, wie die Vögel, Amphibien und Fische, dieselben festen und flüssigen Bestandtheile (Knochen, Knorpel, Zähne, Bänder, Sehnen, Haut, Muskeln, Gefäße, Rückenmark und Hirn, Nerven, Blut, Lymphe u. s. w.), desgleichen dieselben Sinneswerkzeuge und Eingeweide (Augen, Ohren, Geruchsorgane, Zunge, Magen, Darmkanal, Lungen, Leber, Milz, Nieren, Geschlechtswerkzeuge u. s. w.) besitzen, auch in den Grundzügen ihres Baues unter sich übereinstimmen. Alle Wirbelthiere enthalten in ihrem cylindrischen Leibe eine Rückenhöhle mit dem centralen Nervensysteme und eine Bauchhöhle mit den Ernährungsorganen, zwischen denen in ganzer Länge ein Skeletstab hinzieht, der in der Regel und namentlich bei allen Land- und Knochenthieren gegliedert ist und die sogenannte Wirbelsäule bildet. Mit Ausnahme des sogenannten Lanzettfischchens (Amphioxus), der auf den ersten Blick fast wurmartig aussieht, haben dieselben auch sämmtlich einen Kopf, der den Mund und die höheren Sinnesorgane trägt, und in der Regel noch zwei Paar Beine, die freilich je nach der Art der Ortsbewegung in sehr verschiedener Weise gestaltet sind. Ein weiteres Eingehen auf den Bau der Wirbelthiere und eine Schilderung der einzelnen Klassen liegt nicht im Plane meines Werkes. Ich kann mich dessen auch um so mehr enthalten, als ich bei jedem meiner Leser eine gewisse Bekanntschaft mit der Organisation und der Lebensweise sowol der Säugethiere und Vögel, wie auch der Amphibien und Fische voraussetzen darf. Ich will mich daher hier, wie früher bei den höheren Pflanzen, auf eine flüchtige Schilderung des mikroskopischen Baues der wichtigsten „Gewebe", der mikroskopischen Beschaffenheit des Blutes und der Milch, und auf einige Bemerkungen über die Bildungs- oder Entwicklungsgeschichte des Körpers beschränken, indem ich meinen Schilderungen eine Anzahl mikroskopischer Bilder zu Grunde lege und demzufolge den Leser gewissermaßen Blicke durch das Mikroskop in das Innere der verschiedenen thierischen Gewebe u. s w. thun lasse.

Man kann in dem Körper der höheren Thiere und des Menschen folgende Gewebeformen unterscheiden: 1. das Knochengewebe, 2. das Knorpelgewebe, 3. das Bindegewebe oder das Gewebe der Bänder und Sehnen, 4. das Horngewebe oder das Gewebe der Oberhaut, der Nägel, Hufe, Krallen,

Vogelschnäbel, Fisch- und Amphibienschuppen, der Federn und der Haare, 5. das Muskelgewebe oder das Gewebe des Fleisches, 6. das Gewebe der Blut- und Lymphgefäße, 7. das Nervengewebe, zu dem auch das Gewebe des Gehirns gehört, 8. das Schleimhautgewebe, 9. das Drüsengewebe, 10. das Lungengewebe, 11. das Lebergewebe, 12. das Milzgewebe, 13. das Nierengewebe, 14. das Gewebe der Eier in den Eierstöcken, 15. das erectile oder Schwellgewebe, welches in den Brustwarzen und anderen Theilen des Körpers vorhanden ist, 16. das Gewebe der Krystallinse des Auges. Freilich sind diese Gewebe nicht sämmtlich in gleichem Grade von einander verschieden, sondern mehrfach so nahe verwandt, daß die meisten Anatomen eine viel geringere Anzahl (das Bindegewebe mit Einschluß der Knochen und des Knorpels, das Horn- oder Epithelgewebe mit dem Schleimhaut- und Drüsengewebe, das Muskel- und das Nervengewebe) zu unterscheiden pflegen. Mögen die Gewebeformen nun aber noch so verschieden sein, sie bestehen oder entwickeln sich, wie das Pflanzengewebe, alle aus Zellen; auch hat der Bau und die Bildungsweise dieser Thierzellen im Allgemeinen eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem Bau und der Bildungsweise der Pflanzenzellen.


Fig. 199. Stück von einem Schädel der Sireneneidechse


Fig. 200. Durchschnitt durch den Oberarmknochen eines Pterodactylus.

Nur besteht die Wand oder Membran der Thierzelle aus einer anderen Substanz, als diejenige der Pflanzenzelle, indem dieselbe, von dem Mantel der oben (S. 243) erwähnten Tunikaten abgesehen, keine Cellulose ist, sondern von einer stickstoffhaltigen Substanz gebildet wird. Auch pflegen die Thierzellen weniger regelmäßig geformt und weniger symmetrisch zusammengefügt zu sein, indem die faden- oder faserartigen Formen bei ihnen vorherrschen, während die Pflanzenzellen der Mehrzahl nach kugelig, vieleckig oder prismatisch sind. Dafür aber ist in den Thierzellen eine Differenzirung von Schichten innerhalb der Wand für gewöhnlich weniger häufig und deutlich wahrzunehmen. Der Zellenkern persistirt fast beständig und giebt durch Theilung in kleinere Kerne häufig Veranlassung zur Bildung neuer Zellen. In physiologischer Beziehung besteht übrigens insofern ein wichtiger Unterschied zwischen der Thier- und Pflanzenzelle, als die erstere der Fähigkeit entbehrt, die anorganische Substanz (Kohlensäure, Amoniak, Wasser u. s. w.) in organische Verbindungen überzuführen. Das Thier bedarf in allen Fällen der organischen Nahrung, die es im Innern seines Körpers durch Zufügung von Sauerstoff verändert (oxydirt) und schließlich als Kohlensäure, Harn und Wasser nach außen bringt.

Ich brauche übrigens kaum ausdrücklich zu bemerken, daß es nicht blos die Wirbelthiere sind, die ihren Leib aus Zellen aufbauen. Auch die Organe und Gewebe der Wirbellosen bestehen aus Zellen; ja es ist bei diesen der Zellenbau oftmals sogar viel deutlicher ausgeprägt als im Körper der Wirbelthiere, weil die Veränderungen, welche die einzelnen Bestandtheile bei dem Uebergange in den funktionsfähigen Zustand erleiden, in der Regel weniger auffallend sind. Zur Zeit der ersten Anlage zeigen übrigens auch die Gewebe und Organe der Wirbelthiere einen ganz gleichmäßigen Zellenbau, wie wir das bei der Darstellung der Entwicklungsgeschichte noch weiter auseinander zu setzen haben. Erst in den späteren Bildungsphasen nimmt ein jedes Gewebe seine charakteristische Zellenform an, bald so, bald anders, wie das die Funktion der einzelnen Organe mit sich bringt. Je weiter und schärfer diese Funktionen auseinander gehen, desto spezifischer gestaltet sich auch die Struktur der Gewebe, denn in letzter Instanz sind es ja doch nur die letzteren, welche den einzelnen Organen ihre Fähigkeiten aufprägen.

Auch in der mikroskopischen Bildung der Thiere wiederholt sich also das Gesetz der Arbeitstheilung, auf das wir bei Gelegenheit der Thierstaaten hinwiesen. Wie die letzteren Individuenstöcke, so sind die einzelnen Thiere selbst wieder Zellenstöcke mit mehr oder minder verschiedenen physiologischen und anatomischen Eigenschaften. Die Menge der in die Konstruktion eines Thieres eingehenden Zellen zeigt je nach der Größe des Leibes außerordentliche Verschiedenheiten, ist aber im Allgemeinen um so ansehnlicher, als die Thierzellen durchschnittlich eine nur sehr geringe Größe besitzen. Enthalt doch, um hier nur ein Beispiel hervorzuheben, ein Tröpfchen Menschenblut von etwa 1 Kubikmillimeter nicht weniger als vier Millionen Zellen (sogenannte Blutkörperchen)!

Uebrigens wissen wir heute zur Genüge, daß nicht alle Thiere solche Zellenstöcke sind. Wie es neben den vielzelligen Pflanzen auch einzellige giebt (S. 104), so giebt es auch einzellige Thiere, d. h. Thiere, deren Leib wirklich nur aus einer einzigen Zelle besteht oder einer solchen doch gleichwerthig ist. Die Thiere, welche hierher gehören, sind die Infusorien und Rhizopoden (S. 52), die man deshalb denn auch gewöhnlich als Protozoen zusammenfaßt. Bei diesen Geschöpfen findet man auch keine Gewebe und Organe, wie bei den übrigen Thieren, denn diese resultiren immer nur aus einem Zellenkomplexe. Allerdings bestehen die Protozoen keineswegs alle aus einer ganz gleichförmigen Masse, sondern lassen vielfach verschiedene Theile erkennen, aber alle diese Theile, mögen sie Mund oder After, Darm oder kontraktile Blase heißen, auch physiologisch den gleichnamigen Gebilden der höheren Thiere gleichstehen, sind doch immer nur als Differenzirungen einer protoplasmatischen Zellenmasse anzusehen. Auf diese Weise wird es denn auch begreiflich, daß den Protozoen eine geschlechtliche Fortpflanzung im gewöhnlichen Sinne des Wortes abgeht, obwol man sich vielfach bemüht hat, eine solche nachzuweisen. Ei und Samenkörperchen, welche sonst dieselbe vermitteln und durch ihre Vereinigung (die sogenannte Befruchtung des Eies) den neuen Organismus bilden, sind ja überall nur die Metamorphosenprodukte von Zellen und können als solche nur in einem Zellenkomplexe ihren Ursprung nehmen. Wo alle Lebenserscheinungen, wo selbst Bewegung und Empfindung, die wir den Protozoen doch unmöglich absprechen können, an einer einzigen Zelle ablaufen, nicht aber über eine größere Menge zusammenhängender Zellen vertheilt sind, da muß auch diese

Zelle selbst an Stelle der Samenkörperchen und Eier funktioniren, falls überhaupt eine geschlechtliche Fortpflanzung stattfindet. Und in der That hat man oftmals Gelegenheit zu beobachten, daß die Protozoen nicht blos sich theilen, sondern auch kopuliren, indem zwei ursprünglich getrennte Leiber allmählich zu einer gemeinschaftlichen Masse zusammentreten. Eine derartige Kopulation nun dürfte es sein, welche durch Einleitung eines neuen Generationscyklus bei den Protozoen die sonst übliche Art der geschlechtlichen Fortpflanzung vertritt.

Doch jetzt zurück zu dem feinen Bau der Wirbelthiere. Wie schon bemerkt, wollen wir denselben an einer Reihe mikroskopischer Bilder erläutern und dabei zunächst mit dem Knochengewebe den Anfang machen, da ja die Knochen nur wenigen Wirbelthieren (nur den niedrigsten Fischen) abgehen und in der Regel die feste Grundlage, das Gerüst (Skelet) des Körpers abgeben. Der vollkommen ausgebildete Knochen enthält immer, auch dann wenn er dem bloßen Auge auf dem Durchschnitt als eine ganz homogene Masse erscheint, eine große Menge unregelmäßig verzweigter Zellen, welche sich durch ihre Zweige mit einander verbinden (Fig. 199, wo ein Stückchen von dem Schädel einer Sireneneidechse, Siren lacertina, in etwa hundertfacher Linearvergrößerung abgebildet ist). Im Innern der Knochenzellen ist eine weiche, leicht tränkbare Substanz vorhanden, keineswegs aber, wie man früher wol annahm, die Knochenerde (phosphorsaurer Kalk), die viemehr der strukturlosen festen Zwischenmasse verbunden ist. Beim Trocknen und Bleichen wird die Substanz zerstört und durch Luft vertreten, weshalb denn auch die Knochenzellen trockner Schliffe unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte schwarz, die sie trennenden Zwischenräume weiß erscheinen. Die Zweige der Knochenzellen sind, wie sich bei einer genauen Untersuchung und bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen ergiebt, hohle Röhren, sodaß der Knochen trotz der festen Beschaffenheit seiner Zwischenmasse während des Lebens allseitig von Flüssigkeit durchtränkt ist. Wegen des Gehalts an Kalk besitzt übrigens die Zwischensubstanz einen bedeutenden Grad von Härte und Starrheit, und dieser Eigenschaft verdanken die Knochen selbst ihre Härte und Steifigkeit, welche sie geschickt macht, den Weichtheilen, aus denen die Hauptmasse des Thierkörpers besteht, als feste Stützen zu dienen. In jungen Knochen ist der Kalkreichthum geringer, ja Anfangs bestehen die Knochen blos aus Knorpel. Je älter sie aber werden, desto mehr vergrößert sich die Masse der Knochensubstanz auf Kosten des Knorpels, bis dieser endlich blos noch auf unbedeutende Ueberreste (an den Gelenken) beschränkt bleibt. Die Anordnung und Gruppirung der Knochenzellen

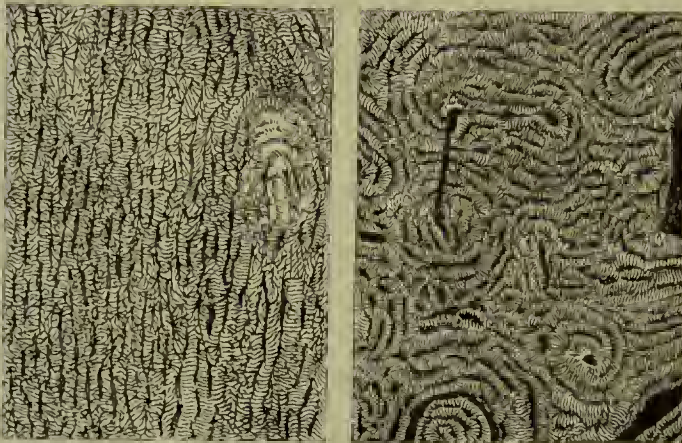


Fig. 201 und 202. Durchschnitt durch Knochen einer Schildkröte und des Straußes.

zeigt mancherlei Unterschiede, weshalb denn auch der innere Bau der Knochen ein sehr verschiedenartiges Ansehen hat. Bald sind die Zellen regellos zerstreut, wie in Fig. 199 und 200, bald in parallele Reihen gestellt, wie in Fig. 201, welche ein Stückchen von dem Querschnitt durch einen Oberarmknochen einer Schildkröte in 200maliger Linearvergrößerung darstellt; bald in konzentrische Kreise geordnet, wie in Fig. 202, wo ein Stückchen eines Querdurchschnitts durch einen Schenkelknochen des Straußes in derselben Vergrößerung abgebildet ist.

Diese konzentrische Anordnung der Knochenzellen, welche auch in den Röhrenknochen (den langen, von einem Markkanal durchzogenen Knochen) des Menschen und überhaupt aller Säugethiere zu erkennen ist, läßt sich darauf zurückführen, daß die Knochensubstanz geschichtet ist und zwar um Kanäle herum, die sich ebensowol von außen, wie auch von der Markhöhle her in die Knochensubstanz erstrecken und dieselbe in den verschiedensten Richtungen durchsetzen. Diese blos mit dem Mikroskop sichtbaren (sogenannten Haversischen) Kanälchen sind für die Blutgefäße bestimmt, die der Knochensubstanz, resp. den Knochenzellen die ihnen nöthige Nahrung zuführen, ihrer Bildung nach aber dem Knochen, der sich schichtenweise um dieselben ablagert, vorausgehen. Jeder dieser Kanäle pflegt von 10 bis 12 konzentrischen Knochenlamellen umgeben zu sein, die eine Knochensäule bilden, welche dann mit den benachbarten Säulen zu einer zusammenhängenden Masse verbunden wird. Auf diese Weise erklärt sich denn auch das zierliche Bild in Fig. 203, wo bei Abb. 1 ein kleines Stückchen von einem Querschnitt durch das Schlüsselbein des Menschen in 95facher Linearvergrößerung dargestellt ist. Bei schwächerer Vergrößerung erscheinen die Knochenzellen blos als schwarze Punkte in den konzentrischen Linien (Fig. 203, Abb. 2). Noch mannichfaltiger als die Gestalt und die Ordnungsweise der Knochenzellen ist übrigens ihre Größe; denn während manche außerordentlich klein sind (Fig. 201), besitzen andere eine bedeutende Größe (Fig. 199 und 200). Am größten und zugleich am meisten in die Länge gezogen pflegen sie bei den Reptilien zu sein (s. Fig. 200, wo ein Stückchen von dem Oberarmknochen eines Pterodactylus in 200maliger Vergrößerung abgebildet ist).

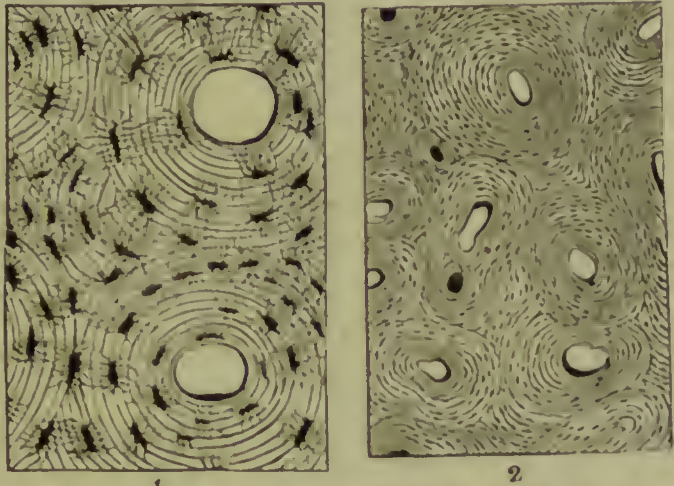


Fig. 203. Durchschnitt durch das Schlüsselbein des Menschen bei verschiedenen Vergrößerungen.

Eine eigenthümliche Modifikation erleidet der Bau der Knochensubstanz in den Zähnen, die man früher, so lange man blos die Zähne der Säugethiere untersucht hatte, als gänzlich verschieden von den Knochen ansah. In der That unterscheiden sich auch die Zähne von den gewöhnlichen Knochen dadurch, daß sie

nicht allseitig von den Weichtheilen des Körpers (zunächst der für die Ernährung und das Wachsthum so wichtigen Beinhaut) umhüllt sind, sondern mit ihrem einen Ende frei nach außen hervorragen. Bei näherer Untersuchung erkennt man an diesem freien Theile des Zahnes, der sogenannten Krone, freilich gleichfalls einen Ueberzug, der von einer äußerst festen Schicht, dem sogenannten Zahnschmelz (Email), gebildet wird und trotz seiner unbedeutenden Dicke ein wichtiges Schutzorgan darstellt. Die eigentliche Masse des Zahnes besteht aus dem Zahnbein oder Elfenbein (Dentine), einer Knochensubstanz, deren Zellen keine verästelte Körperchen bilden, sondern in lange, nur wenig verästelte Röhren ausgewachsen sind.

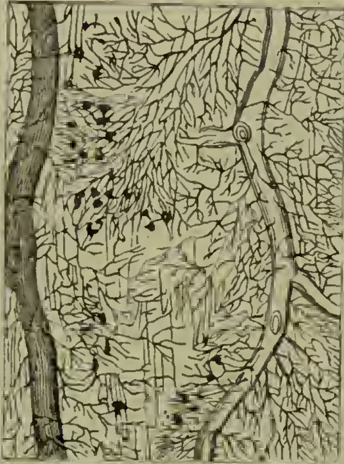


Fig. 204. Durchschnitt durch die Schuppe eines Stachelrochens.

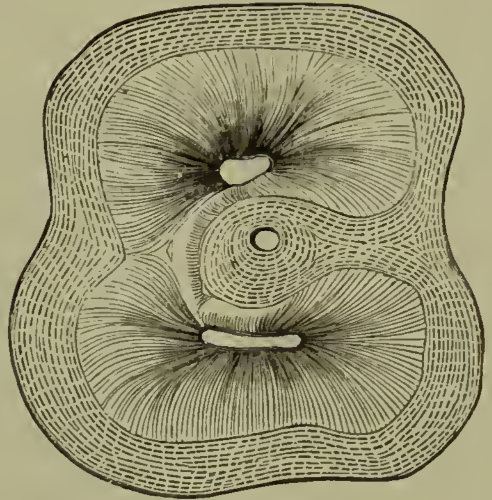


Fig 205. Querschnitt eines menschlichen Backzahnes, an der Uebergangsstelle der beiden Wurzeln in die Krone.

Diese Röhren liegen in regelmäßiger Ordnung neben einander und ziehen von dem Innenraum des Zahnes, der die Blutgefäße und Nerven enthaltenden Zahnhöhle, radiär nach der Außenfläche hin. Die Zahnwurzel entbehrt des Schmelzes, ist aber dafür, wie Fig. 205 zeigt, mit einer Lage gewöhnlicher Knochensubstanz umkleidet, deren Körperchen durch ihre Ausläufer direkt mit den Enden der Zahnröhrchen zusammenhängen.

Schon dieser Zusammenhang macht es bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich, daß Zahnbein und Knochensubstanz keineswegs so verschieden sind, wie es auf den ersten Blick vielleicht den Anschein hat. Und diese Wahrscheinlichkeit wird zur Gewißheit, sobald man etwa den Zahn eines Rochen untersucht, und in demselben nicht blos die für den Knochen so charakteristischen Haversischen Kanäle antrifft, sondern auch alle möglichen Zwischenstufen zwischen den Zahnröhrchen und den gewöhnlichen verästelten Knochenkörperchen. Ganz denselben Bau besitzen übrigens auch die sogenannten Schuppen der Rochen und Haie, wie Fig. 204 auf das Deutlichste erkennen läßt. Diese „Schuppen" sind überhaupt nichts anderes als Zähne, obwol sie nicht dem Munde, sondern der Haut angehören, und nicht zum Erwerb und der Bearbeitung der Nahrung dienen, sondern zum Schutze. Daraus geht unverkennbar hervor, daß die Zähne ihrer allgemeinen Bedeutung nach als Hautknochen aufzufassen sind, die gewisse spezifische Funktionen üben und dieser ihrer Verwendung auch durch Form und Größe und Befestigungs-

weise sich anpassen. Uebrigens sind nicht alle Schuppen, auch nicht einmal alle Fischschuppen ohne Weiteres mit den Zähnen zusammenzustellen. Es gilt das namentlich von den Schuppen unserer Knochenfische, die sich weit mehr den gewöhnlichen Knochen anreihen, obwol sie sich mikroskopisch durch die Abwesenheit der Knochenkörperchen und Röhrchen von denselben unterscheiden. Obwol dieselben somit aus einer ganz homogenen verglasten Substanz bestehen wie die Grundmasse der Knochen, bieten sie doch oftmals dem Mikroskopiker sehr zierliche Bilder. Um dieselben richtig zu deuten, muß man übrigens wissen, daß es zweierlei Arten dieser Schuppen giebt: Cykloid-(Rund-)schuppen und Ktenoid-(Kamm-)schuppen. Erstere sind rundlich oder elliptisch, an der Oberfläche glatt, und bestehen aus über einander liegenden Schichten, erscheinen daher auf der Oberfläche mit konzentrischen Linien gezeichnet. Bisweilen sind sie auch am Rande gekerbt und auf der Oberfläche mit radial verlaufenden Furchen versehen. Rundschuppen besitzen z. B. die Forellen, Lachse, Karpfen, Weißfische, Häringe. Die Ktenoidschuppen sind verschiedener Form, aber stets an ihrem Rande mit kürzeren oder längeren, kammförmig angeordneten Zähnchen besetzt. Fig. 206 zeigt eine solche Schuppe, und zwar vom gemeinen Flußbarsch, mikroskopisch vergrößert. Die zierliche quere Streifung auf dem von der Nachbarschuppe bedeckten glatten Theil der Schuppe rührt auch hier von dem geschichteten Bau der Knochensubstanz her.

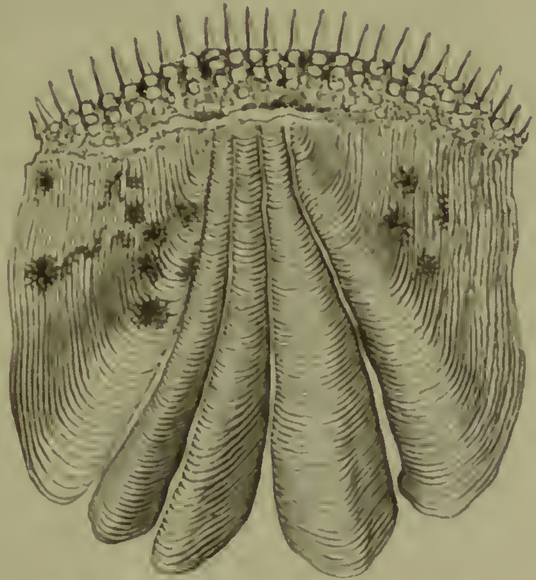


Fig. 206. Schuppe eines Barsch in mikroskopischer Vergrößerung.

Einen nicht minder interessanten Bau, als das Knochengewebe, besitzt das Gewebe der Knorpel. Die Knorpel erscheinen nämlich unter dem Mikroskop aus einer homogenen oder feinfaserigen Masse gebildet, in welche meist rundliche, seltener eckige oder gar verästelte Zellen bald einzeln, bald gruppenweise, bald zerstreut, bald eng zusammengedrängt eingelagert sind. Eine jede Knorpelzelle pflegt einen mit Protoplasma umhüllten ziemlich großen Kern zu enthalten. Es bedarf hiernach kaum des speziellen Hinweises auf die Aehnlichkeit, die zwischen dem Knorpel und dem Knochengewebe obwaltet. Die Knorpelzellen entsprechen den Knochenkörperchen und die Zwischensubstanzen sind eigentlich nur insofern verschieden, als sie durch ungleichen Kalkreichthum verschieden fest sind. Wie übrigens trotz der im Ganzen weit einfacheren Bildung auch der Knorpel vielfach verschieden aussieht, ergiebt sich aus Fig. 207 und 208, in denen Schnittchen von verschiedenen Knorpeln in starker Linearvergrößerung, und zwar auf Fig. 207 in 200-, auf Fig. 208 in 250maliger Vergrößerung dargestellt sind. Fig. 207 Abb. 1 nämlich ist ein Stückchen vom Ohrknorpel der Maus, 2 vom Ohrknorpel des Kaninchens, 3 vom Knorpel einer Menschenrippe; Fig. 208,

Abb. 2 ein Stückchen Knorpel aus dem Kopfe des glatten Rochen, 3 ein Stückchen Knorpel aus dem Frosche. Abb. 1 endlich zeigt ein Stückchen von dem schwammigen, kalkreichen Schalenstück im Mantel des Tintenfisches, welches übrigens kaum zu den Knorpeln gerechnet werden darf.

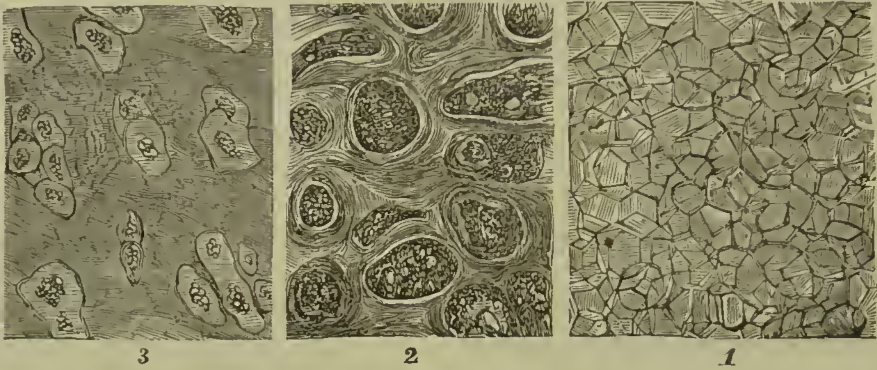


Fig. 207. Knorpelgewebe.

Unter den übrigen, echten, hier abgebildeten Knorpeln ist namentlich der Ohrknorpel der Maus merkwürdig wegen seiner vieleckigen und innig an einander geschmiegten Zellen, indem eben deshalb dieses Gewebe auffallend an ein pflanzliches Zellgewebe erinnert. Die Knorpelmasse besitzt stets einen bedeutenden Grad von Elastizität und Dehnbarkeit und gewöhnlich eine gelbliche oder grauweiße Farbe. Daß sie die Grundlage aller Knochen bildet, ist bereits erwähnt worden

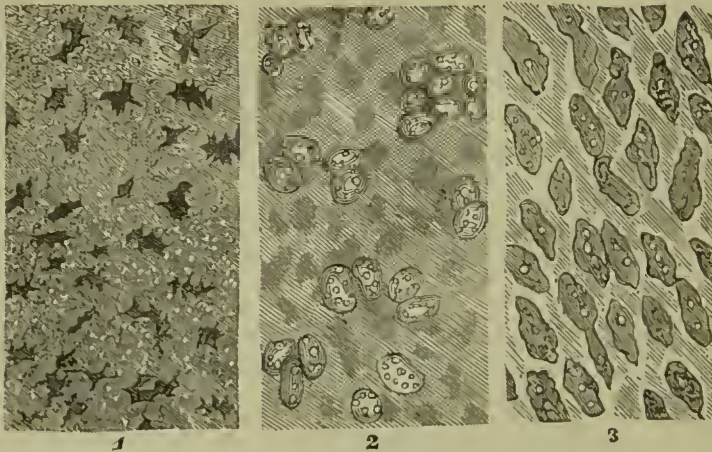


Fig. 208. Knorpelgewebe.

Die Knochen und Knorpel sind bekanntlich durch zähe, theils sehr, theils wenig oder gar nicht elastische Häute mit einander verbunden, welche man Bänder nennt. Dieselben bestehen, wie man unter dem Mikroskop deutlich erkennt, aus mehr oder weniger parallel verlaufenden Bündeln von zähen Fasern, und zwar sind die Faserbündel und die einzelnen Fasern in den elastischen Bändern von gelblicher, in den nicht oder wenig elastischen von silberweißer Farbe. Die weißen Fasern der unelastischen Häute laufen meist vollkommen parallel und kreuzen oder verbinden sich nur, wenn mehrere Schichten solcher Fasern über

einander liegen; die gelblichen Fasern dagegen spalten sich häufig gabelförmig und verbinden sich mit Aesten der benachbarten Fasern. Bisweilen sind die Verästelungen und Verbindungen so häufig, daß das Gewebe das Aussehen einer vielfach gefensterten Membran annimmt, wie in Fig. 209 Abb. 4, die der elastischen Haut einer großen Arterie entnommen ist. Die Fasern sind außerordentlich dünn.

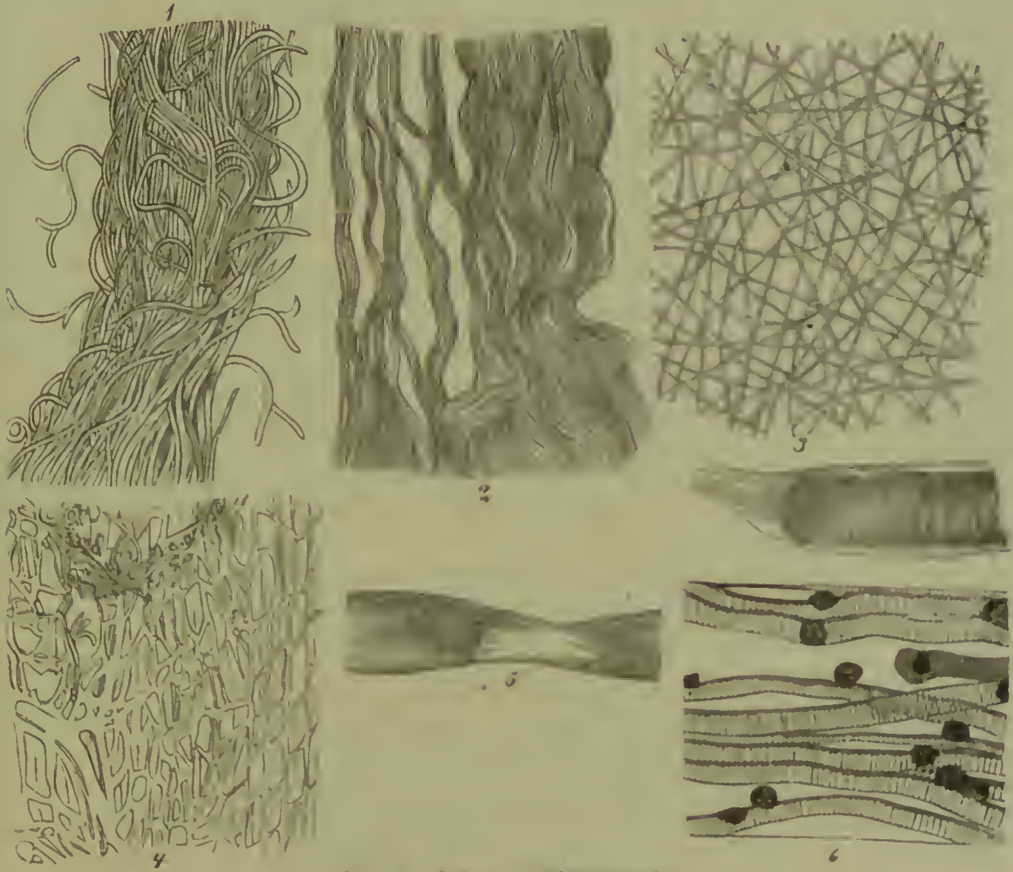


Fig. 209. Faser- und Muskelgewebe.

In den elastischen Bändern des Menschen beträgt ihr Durchmesser oft nur $^1/_{1500}$, und niemals über $^1/_{300}$ Millimeter. Sowol die gelblichen als die weißen Faserbündel sind durch eine mehr oder minder massenhafte Zwischensubstanz unter einander verbunden. Fig. 209 stellt bei Abb. 1 ein Stückchen weißes, bei 2 ein Stückchen gelbes Fasergewebe dar. Am häufigsten kommt das weiße Fasergewebe vor. Aus diesem bestehen nämlich vorzugsweise die Sehnen der Muskeln, viele Bänder, der Herzbeutel, die äußere harte und sehnige Haut, welche das Gehirn umgiebt, die Knochenhaut oder der häutige Ueberzug der Knochen, die sehnigen Häute, an welche viele Muskeln angeheftet sind, die äußere, weiße, sehnige Haut des Auges (die Sclerotica) und andere Häute von sehniger Beschaffenheit. Alle diese Häute und Bänder werden durch kleine, äußerst fein verzweigte Blutgefäße ernährt, welche der Zwischensubstanz angehören und einen meist unregelmäßig gewundenen Verlauf haben. In manchen Fällen ist die Faserung übrigens undeutlich oder völlig abwesend. Wir haben es dann mit einer Gewebeform zu thun,

die sich durch eine verschieden feste, mitunter fast schleimige homogene Beschaffenheit auszeichnet und um so mehr an die Grundsubstanz des Knorpels und Knochens erinnert, als sie in der Regel noch zahlreiche meist geschwänzte oder sternförmig ausgezogene kleine Zellen in sich einschließt. Da diese Zellen auch dem Fasergewebe nicht fehlen und meist sogar in beträchtlicher Anzahl zwischen die Fasern und Faserbündel eingelagert sind, betrachtet man beiderlei Bildungen mit Recht als bloße Modifikationen einer Gewebsform, die gewöhnlich als **Bindesubstanz** bezeichnet wird. Sie dient, wie der Name sagt, zur Verbindung der sonst getrennten Organe und bildet eigentlich die Grundsubstanz des gesammten Thierkörpers, in welche die übrigen Gewebe eingelagert sind. Für gewöhnlich tritt diese Grundsubstanz allerdings beträchtlich zurück, doch giebt es (besonders unter den niedern Thieren) auch Formen, wie z. B. die Quallen, in denen sie den bei weitem massenhaftesten Theil des gesammten Leibes ausmacht. Wo das Bindegewebe eine sehr weiche Beschaffenheit besitzt, wie bei manchen Quallen oder in dem sogenannten Glaskörper der Wirbelthiere, da pflegt man es wol als Gallertgewebe zu bezeichnen. Auch das Fettgewebe ist nichts Anderes als eine Bindesubstanz und nur dadurch ausgezeichnet, daß die eingelagerten Zellen im Innern mit Fett gefüllt und dadurch stark ausgedehnt sind. Andererseits aber muß man sich hüten, ein jedes Fasergewebe ohne Weiteres den Bindesubstanzen zuzurechnen, wie denn z. B. die harte Faserhaut, der die Kalkschale der Vogeleier aufliegt, trotz ihrer entschieden fasrigen Beschaffenheit (Fig. 209, Abb. 3) schwerlich denselben zugehören dürfte.

Nach bestimmter gilt solches für das gleichfalls aus Fasern bestehende **Muskelgewebe**. Dieses Gewebe, welches bekanntlich das Fleisch, bei vielen Thieren die Hauptmasse des gesammten Körpers, bildet, besteht aus einer Menge von parallel neben einander liegenden **Muskel-** oder **Fleischbündeln**, welche von Bindesubstanzscheiden umgeben, ihrerseits wieder aus zahlreichen, ebenfalls parallelen **Fleisch-** oder **Muskelfasern** zusammengesetzt sind. Letztere sehen — vorausgesetzt, daß sie einem Wirbelthiere entnommen sind — unter dem Mikroskop aus, als ob sie aus über einander gestellten Scheiben von Fleischsubstanz zusammengesetzt oder aufgebaut wären, denn sie erscheinen bei starker (wenigstens 250maliger) Vergrößerung der Quere nach feingestreift (Fig. 209, Abb. 6, wo unten mehrere einzelne Muskelfasern, mit Blutkügelchen vermengt, dargestellt sind, oder Abbild. 5). Ihr Durchmesser beträgt höchstens $^1/_{200}$ Millim. Unter Umständen erkennt man übrigens außer der Querzeichnung auch eine Längsstreifung, sodaß es den Anschein gewinnt, als wenn die Fleischsubstanz einen fibrillären Bau habe und die Querstreifung den einzelnen Fibrillen inhärire. Ein derartiges Bild zeigt Fig. 209, Abb. 5, an der man außerdem auch in der Mitte, wo die Fleischsubstanz zerrissen ist, die dünne sogenannte Sarcolemmahaut erkennt, welche die Muskelfasern begrenzt und wahrscheinlich aus der primitiven Zellenmenbran hervorgegangen ist. Auch die Anwesenheit zahlreicher Kerne, die der Fleischsubstanz zugehören und gewöhnlich als Muskelkerne bezeichnet werden, läßt über die ursprüngliche Zellennatur der Muskelfasern keinen Zweifel. Dabei werden die Fasern einzeln noch von einem dichten Netze feiner Blutgefäße umsponnen, sodaß der Blutreichthum des Muskels ein außerordentlich großer ist. Offenbar bedarf das Muskelgewebe einer reichlichen Ernährung. Und das erscheint auch vollkommen begreiflich, sobald wir berücksichtigen, daß die Muskeln

vielleicht von allen Organen des Thierkörpers die bei weitem aktivsten sind. Durch die Fähigkeit der Zusammenziehung (die Kontraktilität), die den einzelnen Fasern innewohnt, vermitteln sie die thierische Bewegung. Sie sind es, welche die einzelnen Punkte des Thierkörpers annähern und entfernen, die Gliedmaßen in bestimmter Richtung verschieben, die Zusammenziehungen des Herzens, des Darmes und anderer Eingeweide bewirken. Die Kontraktilität der Muskelfasern steht nun aber theils unter dem Einflusse des Willens, theils ist sie von demselben unabhängig. So ziehen sich die Muskeln, welche unsere Finger, Hände, Arme, Beine u. s. w. bewegen, wenigstens wenn wir gesund sind, nur dann zusammen, wenn wir eine Bewegung mit jenen Gliedmaßen ausführen wollen, und müssen demgemäß vom Gehirn aus erst durch die zu ihnen laufenden Nerven angeregt werden, was freilich mit der Schnelligkeit des Blitzes geschieht. Dagegen vermögen wir eine Zusammenziehung der muskulösen Ringfasern, welche in der Haut der Därme angebracht sind, und welche durch ihre abwechselnde Zusammenziehung und Erschlaffung die sogenannte wurmförmige (peristaltische) Bewegung der Därme hervorbringen, keineswegs zu bewirken. Die Muskelfasern und Muskeln zerfallen demgemäß in willkürliche und unwillkürliche. Das Merkwürdigste hierbei ist, daß die Primitivfasern der unwillkürlichen Muskeln — mit Ausnahme derer des Herzens — keine Querstreifung erkennen lassen, sondern ganz glatt sind. Unter den Wirbellosen kommen übrigens, von den Arthropoden abgesehen, die nur (auch an den Eingeweiden) quergestreifte Muskeln besitzen, blos glatte Fasern vor.



Fig. 210. Tastkörperchen.

Ueber dem Fleische oder der Muskelmasse, welche mittels der Sehnen und Sehnenhäute an das Knochengerüste befestigt ist, liegt stets eine Schicht von Fett und Bindegewebe und darüber die eigentliche Haut, welche die äußerste Umgebung des Körpers bildet und bei dem Menschen mit Ausnahme weniger Stellen nackt oder nur mit zerstreuten kurzen Härchen bedeckt, bei den übrigen Säugethieren aber meist mit Haaren, bei den Vögeln mit Federn, bei den Amphibien und Fischen gewöhnlich mit Schuppen versehen ist. Die Haut besteht aus zwei über einander liegenden Schichten verschiedenartigen Gewebes, aus der Oberhaut (Epidermis), die von einer mehr oder minder dicken Zellenschicht gebildet ist, deren obere Lagen bei den Landthieren eine feste, wie man gewöhnlich sagt, hornige Beschaffenheit annehmen, und aus der darunter hinziehenden sog. Lederhaut (Cutis). Die letztere besteht aus einem Fasergewebe von oftmals sehr ansehnlicher Dicke, das besonders von den größeren Säugethieren zu Leder verarbeitet wird und vielfach technische Verwendung findet. Die äußere der Epidermis zugekehrte Fläche ist von vielen Blutgefäßen durchzogen, welche die Haut ernähren und um so reichlicheres Material liefern, als die Fläche überall da, wo die Epidermis eine ansehnlichere Entwicklung besitzt, mit einer dichtstehenden Menge konischer Erhebungen, den sog. Cutispapillen, besetzt ist. Dazu kommen weiter noch zahlreiche Nervenfasern, welche in der Bindesubstanz verlaufen und die Haut zu einem wichtigen

Gefühlsorgane machen. Der Mensch und der Affe besitzen in den Fingerspitzen, die bekanntlich ein besonders feines Tastgefühl haben, besondere sog. Tastkörperchen, ovale Körperchen von mikroskopischer Größe, welche einzeln in die Cutispapillen eingelagert sind und den Hautnerven als Träger dienen. Fig. 210 zeigt drei solche Tastkörperchen mit den in sie eindringenden (und vielleicht in ihnen sich verästelnden und verflechtenden) Nervenfasern stark vergrößert. Die Haut hat aber noch drei andere Aufgaben zu erfüllen. Sie dient nämlich einestheils als schützende Hülle für den gesammten Körper, anderntheils als Ernährungsorgan für die Haare, Federn, Schuppen u. s. w., mit denen ihre Außenfläche bedeckt ist, und endlich zur Ausscheidung des im Blute im Uebermaß enthaltenen Wassers. Letzteres geschieht durch den Schweiß, welcher in besonderen Drüsen, die sich innerhalb der Schleim- und Gefäßschicht der Haut befinden, abgesondert wird. In Fig. 211 ist ein Stückchen Menschenhaut senkrecht durchschnitten in starker Vergrößerung abgebildet; a ist die aus einem Lager von Hornzellen bestehende, von drei Schweißporen durchbrochene Oberhaut (Epidermis), b das sogenannte Malpighi'sche Schleimnetz, das von den untern, noch weichen und nicht verhornten Epidermiszellen gebildet wird, c die aus Fasergewebe zusammengesetzte Lederhaut, welche nach unten in die allgemeine Bindesubstanzmasse des Körpers übergeht. Mit d sind die fein verflochtenen Blutgefäße sammt den von ihnen gebildeten Schleifen, mit e die Schweißdrüsen, mit f Ansammlungen von Fettzellen, mit g die Hautnerven, welche zu den Tastkörperchen führen, bezeichnet. Eine jede Schweißdrüse besteht aus einem engen Kanale, der senkrecht in die Tiefe greift und mit seinem unteren Ende zu einem von feinen Gefäßen durchzogenen und umsponnenen knäuelförmigen Körper aufgewunden ist. Soweit diese Röhre gestreckt verläuft, macht sie ziemlich regelmäßige, oder nur schwach schraubenförmige Windungen. So besonders beim Durchsetzen der Oberhaut, auf deren Außenfläche sie sich mit einer Pore öffnet. Schweißdrüsen und Poren sind am zahlreichsten an der Innenfläche der Hand, wo sie sehr regelmäßig in Reihen geordnet stehen. Man hat hier in einem Quadratzolle der Oberhaut nicht weniger als 3528 Poren gezählt. Da nun jeder Schweißkanal ungefähr einen Viertelzoll lang ist, so würden alle zusammen, wenn man sie an einander reihen könnte, eine Röhre von 25 Meter Länge bilden! Um die Haut fortwährend geschmeidig zu erhalten und sie zugleich undurchdringlich für das Wasser zu machen, ist dieselbe schließlich noch mit einer

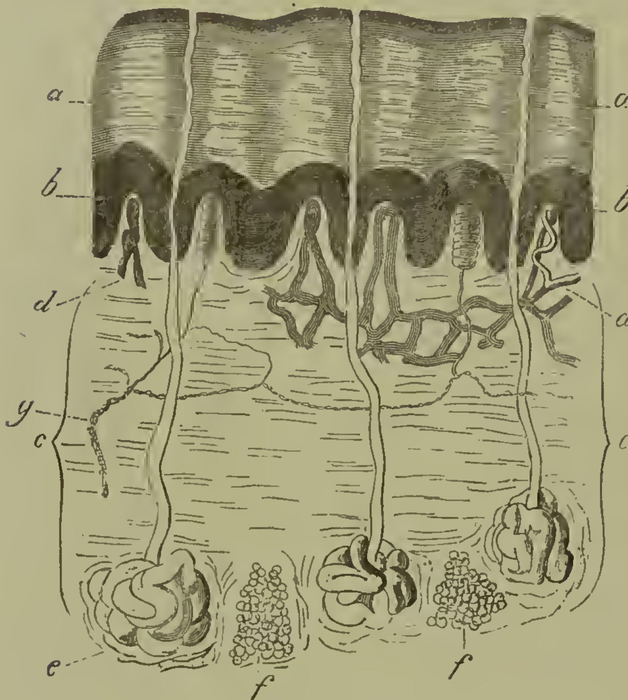


Fig. 211. Menschenhaut.

ungeheuren Menge von kleinen Drüsen, den sogenannten Talgdrüsen, versehen. Diese liegen ebenfalls in der Gefäßhaut und sind kleine, nicht selten traubenartig verästelte Schläuche, die bei den Säugethieren meist einzeln an den Haaren resp. den dieselben aufnehmenden sog. Haarscheiden anhängen, während sie bei den Vögeln zu einer dem Schwanze aufliegenden herzförmigen Masse von ansehnlicher Größe (der Bürzeldrüse) vereinigt sind.

Die Haare und Federn, welche mit dem Sekrete dieser Talgdrüsen geölt werden, sind nach Bau und Entstehung bloße Epidermoidalbildungen, gewissermaßen isolirte Säulen von Hornsubstanz, die je einer mehr oder minder großen, blutreichen Cutispapille (Haar- oder Federpapille) aufsitzen, wie das von den Schuppen der Schlangen und Eidechsen längst bekannt ist. In der That sind auch diese Schuppen den Federn und Haaren nahe verwandt, und eigentlich nur durch



Fig. 212. Thier- und Menschenhaar
1. Von indischer Fledermaus, 300 Lin. Vergr. — 2. Vom Speckkäfer, 250 Lin. Vergr. — 3. Von unserer Maus, 250 Lin. Vergr. — 4. Haarbalg des Menschen, 80 Lin. Vergr

ihre einfachere Bildung davon verschieden, wie schon der Umstand beweist, daß mancherlei Uebergänge zwischen denselben vorkommen.

Zur besseren Befestigung sind Haare und Federn mit ihrem unteren Ende mehr oder minder weit in die Cutis eingelassen, indem die Papille, der sie ihren Ursprung verdanken, aus der Fläche des gewöhnlichen Papillarkörpers in die Tiefe der Cutis verlegt ist. Ueber der betreffenden Papille entsteht dabei ein Kanal, der von dem Wurzelende der Anhänge erfüllt wird und dasselbe scheiden-

artig umfaßt, die sog. Haar- oder Federscheide. Die Haarpapille hat übrigens eine nur unbedeutende Größe, kaum beträchtlicher, als die einer gewöhnlichen Hautpapille. Sie trägt das untere in beständiger Fortbildung begriffene Ende des Haares, wie der Finger den Fingerhut, und bildet mit diesem und der anliegenden Scheide zusammen die sog. Haarzwiebel, die an den ausgerissenen Haaren als eine schon dem bloßen Auge sichtbare kleine Anschwellung erscheint. In Fig. 212 Nr. 4 ist eine derartige Zwiebel bei starker Vergrößerung abgebildet. In d erkennt man die Papille mit ihren Blutgefäßen, in a, b, c die verschiedenen Schichten der Scheide oder des Haarbalges. Die Epidermiszellen, die auf der Außenfläche der Papille in fortwährender Vermehrung begriffen sind und dadurch das Haar wachsen lassen, differenziren sich nach oben sehr bald in eine Rindensubstanz und eine Markmasse, die sich durch eine lockere Fügung auszeichnet, während die Zellen der Rinde stark abgeplattet und verhornt sind. Dabei sind die Zellen mit Farbstoff gefüllt, von welchem die Farbe des Haares abhängt. Aehnliche mit Farbstoff erfüllte Zellen finden sich in der Lederhaut des Negers und aller mit einer farbigen Haut begabten Menschenrassen.

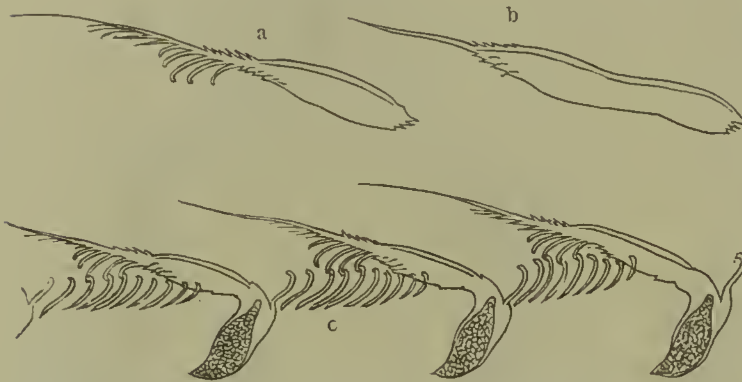


Fig. 213. a hinterer, b vorderer Nebenstrahl einer Vogelfeder, ersterer mit dem mikroskopischen Hakenapparat; c drei auf einander folgende Strahlen im Querschnitt, mit je einem hintern Nebenstrahl und einer Anzahl quer durchschnittener vorderer Nebenstrahlen.

Uebrigens ist diese Füllung nicht immer eine gleichmäßige, wie denn z. B. die grauen Haare der Mäuse (Fig. 212 Abb. 3) ihre charakteristische Färbung dem Umstande verdanken, daß schwarz pigmentirte und pigmentlose Markzellen gruppenweise aufeinanderfolgen. Auswendig sind die Haare hier und da mit oft höchst merkwürdig gestalteten Hornschuppen besetzt, die ihnen wegen ihrer regelvollen Anordnung unter dem Mikroskop bisweilen ein sehr zierliches Ansehen verleihen, und an Formen erinnern, wie sie gelegentlich auch an Insektenhaaren zur Beobachtung kommen. So z. B. bei den Fledermäusen (Fig. 212 Abb. 1, neben der in Abb. 2 zur Vergleichung das Haar einer Speckkäferlarve dargestellt ist). Die Mehrzahl der Säugethiere übrigens hat, wie z. B. die Maus (Fig. 212 Abb. 3), auch der Mensch, glatte Haare.

Die Feder ist in gewisser Beziehung als ein verästeltes Haar zu betrachten. Sie besitzt eine Anzahl von Strahlen, die entweder direkt, wie bei vielen sogenannten Dunfedern, dem Rande der als Spuhle bekannten hornigen Röhre aufsitzen, oder derselben mittels eines gemeinschaftlichen Schaftes verbunden sind. Der untere, hohle, durchscheinende Theil des Schaftes, die eben erwähnte Spule, deren Spitze in der Haut des Vogels steckt, besteht aus dichter Hornsubstanz und umschließt bei der fertigen Feder einen zusammengetrockneten häutigen Strang, die sog. Seele, die dem untern offenen Ende aufsitzt und durch die ganze Länge

hindurchzieht. Der übrige Theil läßt (Fig. 214) dieselbe Rinde und Markmasse erkennen, die wir schon bei der Beschreibung der Haare erwähnt haben, nur daß die Marksubstanz beträchtlich überwiegt und von lufthaltigen Zellen gebildet ist, wie das übrigens auch gelegentlich schon bei den Haaren (besonders den Stacheln z. B. des Igels oder Stachelschweines) vorkommt. Die hornige Rindenschicht geht nach unten direkt in die Hornsubstanz der Spule über, wie das besonders an der Rückseite der Fahne deutlich ist. Den gleichen Bau findet man auch bei den Strahlen der Fahne, nur daß diese gewöhnlich noch Nebenstrahlen zeigen, die aus bloßen Hornzellen gebildet sind und an die Anhänge der Fledermaushaare erinnern. Bei den Konturfedern, d. h. denjenigen Federn, welche mit ihren Fahnen die Außenfläche des Vogels bilden, zeigen sich alle diese Strahlen in einer sehr regelmäßigen zweiseitigen Anordnung und festen Zusammenfügung, die durch zahllose mikroskopisch kleine Klammern zu Stande kommt, welche von den hintern Nebenstrahlen des einen Hauptstrahles auf die vordere des folgenden übergreifen und je von einer besonders geformten Hornzelle gebildet werden. In Fig. 213 sind bei a und b diese beiden Nebenstrahlen von einer Taubenfeder isolirt dargestellt. Die eine derselben trägt eine Reihe von Auswüchsen, von denen die 4 bis 5 untern in die eben erwähnten Klammerorgane verwandelt sind. In welcher Weise diese Gebilde zur Vereinigung der Strahlen dienen, wird durch Abb. c derselben Figur versinnlicht, in der drei aufeinander folgende Hauptstrahlen in der Richtung der hintern Nebenstrahlen durchschnitten sind, während die winkelrecht aufsitzenden vordern Nebenstrahlen in größerer Menge quer getroffen wurden. Der Anwesenheit einer auf diese Weise geschlossenen Fahne verdanken die Vögel nicht blos ihre glatten und sauberen Konturen, sondern auch ihre Flugfähigkeit, denn eine Feder ohne Fahne würde eben so wenig, wie ein zerschlitztes Segel, einen zur Bewegung hinreichenden Widerstand erzeugen können.

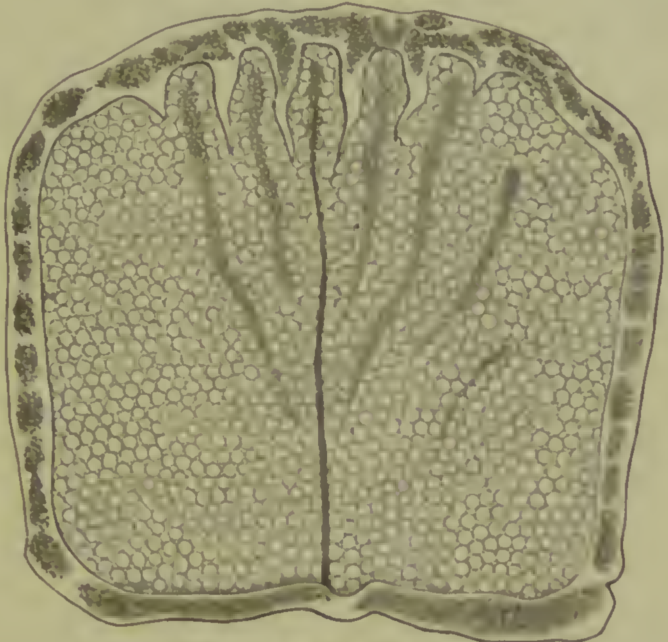


Fig. 214. Schnitt durch den Schaft einer Taubenfeder, in mikroskopischer Vergrößerung.

Bei den Flaumfedern oder Dunen, welche den innern fast wolligen Pelz des Federkleides bilden, Anfangs aber die einzige Bekleidung des jungen Vogels abgeben, fehlen diese Klammerorgane, so daß die Fahne nicht schließt und die Feder ein nur lockeres Gefüge hat.

Wie das Haar entsteht übrigens auch die Feder zuerst mit ihrem freien Ende, das immer weiter aus der Scheide hervorschiebt, so lange unten neue Hornsubstanz gebildet wird. Der zuletzt gebildete Theil ist die Spule, welche ganz eben so wie die fingerhutförmige Haarwurzel der Papille aufsitzt, nur daß dieselbe eine sehr viel beträchtlichere Größe besitzt und einen solchen Blutreichthum enthält, daß das Ausziehen einer noch wachsenden Feder eine merkliche Blutung zur Folge hat. Nach völliger Ausbildung der Spule stirbt die Papille ab, um dann — als die oben erwähnte Seele — in den Innenraum derselben eingeschlossen zu werden. Eine ausgewachsene Feder ist somit in gewissem Sinne ein abgestorbenes Gebilde, das mit dem übrigen Körper nur einen lockern Zusammenhang hat und keiner Ausbesserung fähig ist. Sie wird deshalb denn auch von Zeit zu Zeit (während der Mauserung) durch eine Neubildung ersetzt — eine Erscheinung, die in ähnlicher Weise übrigens auch bei den Haaren wiederkehrt, da diese gleichfalls auf einer gewissen Wachsthumstufe unter Verödung ihrer Papille zu Grunde gehen.



Fig. 215. Kapillargefäße.

Alle im Vorstehenden geschilderten Gewebe, sowie auch die noch nicht beschriebenen, welche die in den inneren Höhlungen des Körpers befindlichen Theile, das Gehirn, die Lungen, Leber, Milz, Nieren, kurz sämmtliche Eingeweide zusammensetzen, können sich nicht selber ernähren, sondern müssen durch andere Organe ernährt werden. Es sind die schon oft erwähnten Blutgefäße, und zwar diejenigen, welche das hellrothe, aus der linken Hälfte des Herzens mit großer Gewalt ausströmende Blut (das arterielle Blut) in alle Theile des Körpers leiten, denn dieses hellrothe Blut ist der eigentliche, den Thierkörper ernährende Stoff. Die Blutgefäße, Schlagadern, Pulsadern oder Arterien genannt, verzweigen sich gleich den Wurzeln eines Baumes auf das Vielfachste, und dringen in alle Gewebe des Körpers ein, wo sich ihre äußersten, dem bloßen Auge noch sichtbaren Zweige in ein feines, mikroskopisches Netzwerk von feinen Aederchen auflösen, welche man Kapillargefäße nennt. Fig 215 zeigt uns ein solches Gefäß in 300facher Linearvergrößerung. Die feinsten Zweige dieser Kapillargefäße biegen um, verbinden sich zu größeren, dem Auge wieder sichtbaren Adern, welche dann in einander münden und größere Gefäßstämme bilden. Diese vereinigen sich nach und nach zu einigen wenigen großen Gefäßen, welche sich zuletzt in eine sehr große Ader ergießen, die in die rechte Hälfte des Herzens mündet. Dieses zweite, aus den sogenannten Blutadern oder Venen bestehende Gefäßsystem führt das Blut aus allen Geweben und Theilen des Körpers nach dem Herzen zurück. Das in denselben enthaltene Blut (venöses Blut) ist von dunkelrother Farbe und zur Ernährung untauglich, weil es in den Kapillargeflechten den Sauerstoff sammt den übrigen nährenden Bestandtheilen verloren, d. h. an die Gewebe abgegeben und anstatt dessen Kohlensäure, d. h. verbrauchtes Material der Gewebe, aufgenommen hat, dem es seine dunkle Farbe verdankt. Die Arterien und Venen gehen also durch die Kapillargefäße in einander über.

Fig. 218, welche ein Kapillargeflecht aus der Magenschleimhaut darstellt, zeigt diesen Uebergang sehr deutlich, ebenso Fig. 221 b, wo das Kapillargeflecht einer sogenannten Darmzotte (s. S. 318) stark vergrößert dargestellt ist. In beiden Figuren ist das dunkel schraffirte Gefäß mit seinen Verzweigungen eine Vene, das helle (die hellen Zweige) die Arterie. Das venöse, kohlensäurereiche Blut wird nun aber wieder zur Ernährung tauglich gemacht, oder, mit anderen Worten, in arterielles, sauerstoffreiches und hellrothes Blut umgewandelt, es wird gewissermaßen von Neuem verjüngt, und dies geschieht durch die Lungen. Sobald sich nämlich das venöse Blut in die rechte Herzkammer ergossen hat, wird es auch sofort durch deren Zusammenziehung wieder hinausgetrieben und durch eine große Ader, die sich bald vielfach verzweigt, in die Lungen geleitet.



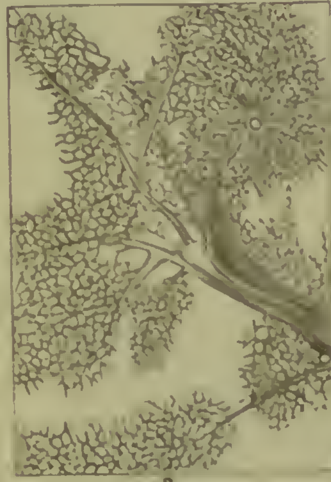


Fig. 216. Kapill[illegible]

Diese bestehen der Hauptsache nach aus einem System baumförmig verästelter Luftröhren (Bronchien), deren letzte Enden äußerst dünnhäutig sind und entweder, wie bei den Vögeln, netzförmig anastomosiren oder trichterförmig zu Endbläschen sich erweitern (Fig. 217). Zur Vergrößerung der Fläche bilden diese Endstücke auf der Innenfläche zahlreiche Falten, die ihnen ein wabenartiges Ansehen geben und ein äußerst dichtes Netz von Kapillargefäßen tragen, wie solches in Fig. 216 abgebildet ist. Da nun die Bronchialzweige mit der eingeathmeten atmosphärischen Luft erfüllt sind und auch die Kapillargefäße äußerst zarte Wände besitzen, so kann zwischen beiden ein Gasaustausch durch die Wände hindurch stattfinden, gerade so, wie zwischen den Pflanzenzellen, vorausgesetzt natürlich, daß die Spannung der Gase — wie es in Wirklichkeit der Fall ist — in der Luft und dem Blute eine verschiedene ist. Die Kapillargefäße nehmen den in der Luft der Bronchialzweige enthaltenen Sauerstoff auf, der im lebenden Thierkörper beständig verbraucht wird, und scheiden in die Bronchialzweige Kohlensäure aus, die während des Lebens unausgesetzt sich bildet. Deshalb ist auch die ausgeathmete Luft stets reicher an Kohlensäure und ärmer an Sauerstoff, als die eingeathmete. Durch die Aufnahme des Sauerstoffs und die Abgabe der überflüssigen Kohlensäure wird aber das venöse, in die Lungen hereingeströmte Blut wieder in arterielles, hellrothes Blut verwandelt. Dieses strömt nun durch die sogenannte

Lungenvene in die linke Herzkammer, durch deren kräftige Zusammenziehung es sofort wieder in die große, von der linken Herzkammer ausgehende Schlagader (die Aorta) gepumpt und von hier aus durch das ganze arterielle Gefäßsystem nach allen Theilen des Körpers verbreitet wird. Da aber das arterielle Blut in den Geweben nicht blos seinen Sauerstoff, sondern auch seine nährenden Bestandtheile abgiebt, das venöse, nach dem Herzen zurückströmende Blut also auch aus diesem Grunde nicht mehr zur Ernährung taugt, so würde das venöse Blut auch durch sein Hindurchströmen durch die Lunge den Bedürfnissen der Thiere nicht genügen, wenn es nicht vorher einen neuen Zufluß von Nährstoff erhielte.

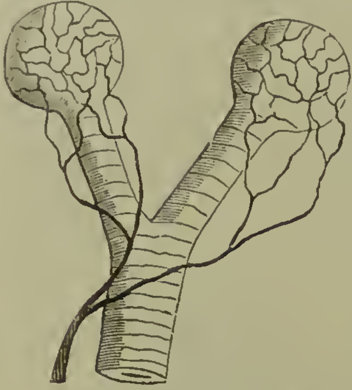


Fig. 217. Bronchialzweig mit Kapillargefäßen.

Ich brauche wol kaum zu bemerken, daß es der Darmkanal ist, der durch den Verdauungsprozeß diesen Nährstoff aus den Speisen gewinnt. Indessen gilt es nicht blos denselben zu bereiten, sondern auch in das Blut übertreten zu lassen, und das geschieht bei den Wirbelthieren durch ein eigenes sogenanntes Lymphgefäßsystem, dessen Hauptstamm sich bei den Säugethieren in die linke Schlüsselbeinvene öffnet, seinen Inhalt also dem Blute dicht vor dem Eintritte in das rechte Herz beimischt.



Fig. 218. Kapillargeflecht aus der Magenschleimhaut

Dieses eigenthümliche, durch Einlagerung der sogenannten Lymphdrüsen ausgezeichnete Gefäßsystem entspringt in allen Geweben des Körpers mit seinen Wurzeln, welche die Lymphe, so pflegt man die wässerige, helle Flüssigkeit zu nennen, die das Gewebe durchtränkt, aufsaugen; seine Hauptwurzel hat es jedoch in den dünnen Därmen, welche den Speisebrei aus dem Magen aufnehmen und daraus dann den das Blut ernährenden Saft, den sogenannten Chylus, abscheiden. Der Chylus ist gleich der Lymphe eine wässerige Flüssigkeit, welcher kleine, feste Körperchen theils von regelmäßiger, theils von unregelmäßiger Form beigemischt sind. Letztere bestehen aus Fett, während die ersteren kleine mit einem körnigen Inhalt versehene Zellen sind. Diese Chyluskörperchen sind von verschiedener Größe und beinahe farblos, verleihen aber wegen ihrer großen Anzahl dem Chylus eine milchartige Farbe. Fig. 220 zeigt größere und kleinere Chyluskörperchen in starker Vergrößerung. Die Bildungsstätten dieser Körperchen sind die oben erwähnten Lymphdrüsen, die einen schwammartigen Bau haben und auf ihrer Innenfläche mit einer dicken in reger Vermehrung begriffenen Zellenlage bedeckt sind. Zu diesen Lymphdrüsen gehören auch die sogenannten Peyer'schen Drüsen, die massenhaft in der Darmwand liegen und von einem äußerst reichen

und komplizirten Kapillarsystem umsponnen und durchzogen sind, wie das die beistehende Figur 219 durch ihre ansehnliche Vergrößerung sehr deutlich erkennen läßt.

Die Innenwand des Dünndarmes, in der die Chylusbereitung vor sich geht, ist mit einer unendlichen Menge kleiner Zotten (Darmzotten) besetzt, die von Kapillargeflechten und einem Chyluskanal durchzogen werden und flächenhaft, wie sie sind, besonders geeignet erscheinen, den Chylus aus dem sie allseitig umgebenden Speisebrei aufzusaugen. Fig. 221 zeigt bei a das stark vergrößerte Bild einer solchen Darmzotte, bei b deren sehr komplizirtes Kapillargeflecht noch stärker vergrößert. Die Außenschicht der Darmzotten ist von einem eigenthümlichen, aus Cylinderzellen zusammengesetzten Oberhautgewebe (Cylinder Epithelium) bekleidet, während die von den Gefäßen durchzogene Grundsubstanz aus Bindegewebe besteht. Da die den Chylus aufnehmenden Gefäße dem Lymphapparate zugehören, so mischt sich der Chylus natürlich mit der Lymphe, bevor die letztere in das Blut übertritt. Aber auch im Blute lassen sich die Lymph- oder Chyluskörperchen noch eine Zeit lang unterscheiden. Allmählich jedoch unterliegen sie einer Veränderung. Sie platten sich ab, nehmen ein mehr gleichförmiges Aussehen an, vertauschen ihre Farblosigkeit schließlich mit einer rothen Färbung, und verwandeln sich auf diese Weise in die rothen Blutkörperchen.

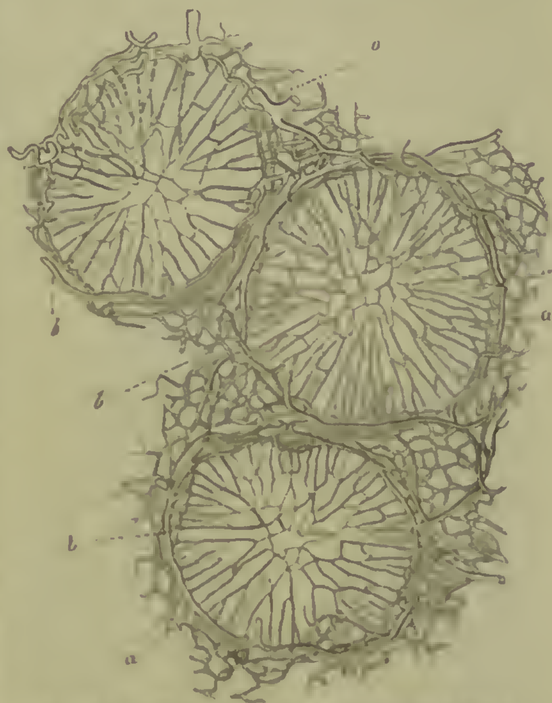
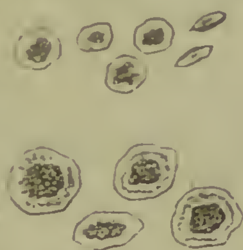


Fig. 219. Querschnitt durch drei Peyer'sche Kapseln.

Auch das Blut besteht nämlich aus einer Flüssigkeit und darin schwimmenden festen Körperchen, nur daß diese weit zahlreicher sind als die Lymphkörperchen und bei den Wirbelthieren die eben erwähnte rothe Farbe haben, durch die sie dem an sich farblosen Blute die gleiche Färbung mittheilen. Bei näherer Untersuchung erscheinen diese Blutkörperchen als flache Scheiben von runder (Säugethiere) oder ovaler Form. Sie legen sich in der Ruhe gern geldrollenartig an einander (wie in Fig. 223, welche die Blutkörperchen des Menschen darstellt) und besitzen Größenverhältnisse, die nicht unbeträchtlich wechseln und mit ihrer Menge gewöhnlich in umgekehrtem Verhältnisse stehen. Am kleinsten und zahlreichsten sind dieselben bei den Warmblütern, den Säugethieren also und Vögeln, obwol auch bei diesen wieder mancherlei Unterschiede gefunden werden. Die absolut kleinsten unter den Säugethieren haben gewisse Wiederkäuer (Moschus), die absolut größten dagegen der Elefant. Bei ersteren mißt nämlich ein Blutkörperchen blos $^1/_{500}$, bei letzterem dagegen $^1/_{200}$ Linie im Durchmesser. Bei dem Menschen


Fig. 220. Chyluskörperchen.

halten die Blutkörperchen $^1/_{300}$ Linie im Durchmesser, und da das Blut bei dem Menschen, wie überhaupt bei den Säugethieren, von ihnen strotzt, so hat man berechnet, daß ein Tropfen Menschenblut von einer Kubiklinie Größe gegen 30 Millionen Blutkörperchen enthalten kann. Die größten Blutkörperchen haben die nackten Amphibien, besonders die geschwänzten, unter denen namentlich Proteus eine gewisse Berühmtheit erlangt hat, da seine Blutkörperchen ($^1/_{35}$ Linie) schon mit unbewaffnetem Auge deutlich gesehen werden können. Den Größenunterschieden entspricht natürlich auch ein Unterschied der Flächenausdehnung, und dieser fällt funktionell schwer ins Gewicht, da die Blutkörperchen Träger der Gase sind, des Sauerstoffes so gut, wie der Kohlensäure, und beide — unter sonst gleichen Umständen — nur im Verhältniß zu ihrer Absorptionsfläche aufzunehmen vermögen.

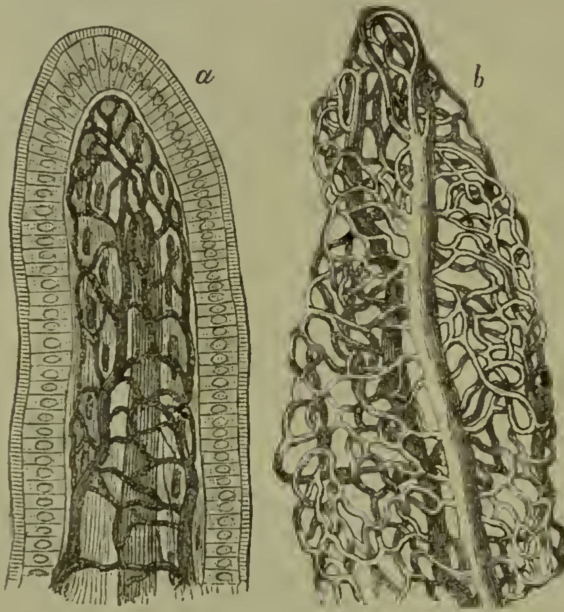


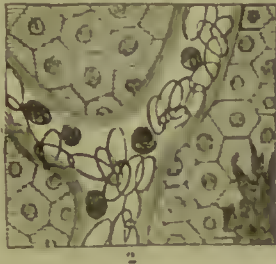
Fig. 221. Eine Darmzotte (a) stark vergrößert; Kapillargefäß einer Darmzotte (b) noch stärker vergrößert.

Dem Mikroskopiker bieten die Blutkörperchen auch ein willkommenes Mittel, den Kreislauf des Blutes im Thiere zur unmittelbaren Anschauung zu bringen. Es ist nicht blos eines der wichtigsten, sondern auch der interessantesten Phänomene des lebenden Organismus, welches uns dabei vor Augen tritt. Man kann dasselbe am leichtesten beobachten, wenn man bei einem lebenden Frosche die zwischen den Zehen befindliche, von feinen Blutgefäßen durchzogene und durchsichtige Schwimmhaut auf dem Tische des Mikroskopes so ausspannt, daß das Licht von dem darunter befindlichen Spiegel durch dieselbe hindurchfällt. Fig. 222 zeigt bei Abb. 1 die Schwimmhaut zwischen zwei Zehen eines Frosches mit einem Adergeflecht schwach, bei 2 ein Stückchen davon mit einem sich verzweigenden Blutgefäß und zahlreichen darin strömenden ovalen Blutkörperchen, sowie einigen Fettkügelchen, stark vergrößert. Noch bemerke ich, daß, eine so allgemein bekannte Thatsache gegenwärtig der Kreislauf des Blutes auch ist, doch Jahrtausende vergangen sind, bevor derselbe (durch den Engländer Harvey) entdeckt wurde. Seine Entdeckung war einer der ersten und schönsten Siege, welche die Naturforschung mit dem Mikroskope feierte. Schließlich sei hier noch angeführt, daß es neuerdings gelungen ist, die farbigen Bestandtheile des Blutes in Krystallform zu gewinnen. Wenn man nämlich einen Tropfen Blut auf eine Glasplatte bringt, ihn einige Zeit der Luft ausgesetzt ruhig stehen läßt, dann einen Tropfen Wasser hinzufügt, hierauf das Ganze einigemal anhaucht und nun mit einem Deckgläschen überdeckt, so scheiden sich während der langsam erfolgenden Verdunstung unter der Einwirkung des Lichtes höchst zierliche Krystalle von pfirsichrother oder amaranthartiger Farbe aus, welche je nach den Thierarten,

von denen das Blut genommen wurde, und auch je nach der zur Herstellung angewendeten Methode verschieden geformt erscheinen. Fig. 224 zeigt eine kleine Musterkarte solcher Blutkrystalle. a sind Blutkrystalle aus Venenblut, b aus dem Blute der Milzvene des Menschen, c aus dem Herzblute der Katze, d aus der Halsvene des Meerschweinchens, e aus dem Blute des Hamsters, f aus dem des Eichhörnchens.

Um auch über den Bau der Blut- und Lymphgefäße ein paar Worte zu sagen, bemerke ich zunächst, daß ihre Wandungen der Hauptmasse nach einen fasrigen Bau besitzen. Dabei sind die Wände der Arterien sehr dick und elastisch, diejenigen der Venen und Lymphgefäße dagegen dünn und von geringer Elastizität.





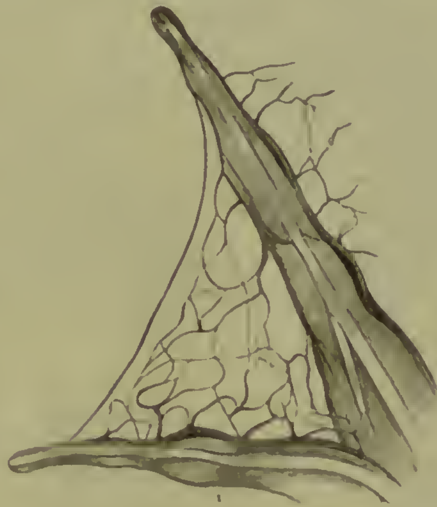


Fig. 222 u. 223. Strömung des Blutes und Blutgerinnen.

Bei den ersteren besteht die Gefäßhaut aus drei besonderen Schichten, von denen die mittelste deutlich muskulös ist (Fig. 225 zeigt ein kleines Stückchen einer Arterie stark vergrößert und zwar, b die zarte innere, c die dicke, aus queren Ringfaserzellen bestehende mittlere, d die aus Längsfasern zusammengesetzte äußere Haut): bei den Venen und Lymphgefäßen dagegen läßt sich ein solcher Schichtenbau nicht mit gleicher Schärfe nachweisen. Endlich sind die Arterien einfache Röhren, die Venen und Lymphgefäße dagegen an gewissen Stellen mit halbmondförmigen Klappen versehen, welche eine Rückwärtsbewegung des flüssigen Inhaltes unmöglich machen.

Die größeren Stämme des Gefäßsystemes pflegen in ihrem Verlauf von weißen cylindrischen Fäden begleitet zu sein, welche sich gleich den Gefäßen wiederholt verzweigen und, sich zuletzt in ganz feine, mikroskopische Fasern auflösend, in alle Gewebe, besonders aber in die Muskeln, in die Haut und Sinneswerkzeuge und in die verschiedenen Eingeweide eindringen. Es sind die Nerven. Dieselben gehen sämmtlich vom Gehirn und Rückenmark aus, den beiden Centralorganen dieses weit verzweigten und höchst wunderbar eingerichteten Systems, welches zur Aufgabe hat, theils die Muskeln zu veranlassen, sich zusammenzuziehen und dadurch die Bewegung der Gliedmaßen und inneren Theile zu bewirken, theils die Tast- und Empfindungsorgane, d. h. die Haut und die Sinneswerkzeuge, zum

Empfinden zu befähigen und die Zustände dieser Organe dem Gehirn zuzuleiten, theils die im Innern des Körpers, besonders im Darmkanal, vorgehenden chemischen Prozesse, die Verdauung und Ernährung, anzuregen und zu überwachen. Man unterscheidet demgemäß **Bewegungs-**, **Empfindungs-** und sogenannte **vegetative Nerven**. Die Bewegungsnerven erstrecken sich von dem Nervencentrum aus nach allen Theilen des Körpers, wo Muskeln vorhanden sind; die Empfindungsnerven dagegen umgekehrt von der Oberfläche des Körpers und den Sinneswerkzeugen (Zunge, Nase, Augen, Ohren, Geschlechtsorgane) nach dem Nervencentrum. Erstere kann man daher auch als vom Centrum auslaufende, letztere als dahin zurücklaufende Nerven bezeichnen. Es muß hierbei jedoch bemerkt werden, daß (mit Ausnahme der Sinnesnerven) kein einziger der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Nerven für sich einen blos auslaufenden oder rücklaufenden Nerv darstellt, denn alle diese Stränge, selbst die zartesten, sind keine einfachen Nerven, sondern Vereinigungen vieler Nerven, **Nervenbündel**, in denen sowol aus- als rücklaufende Nerven neben einander liegen. Bei der mikroskopischen Untersuchung der sichtbaren Nerven ergiebt sich nämlich, daß jeder Nervenstrang aus einer bald sehr großen, bald nur geringen Anzahl von parallel neben einander liegenden und sich durchaus nicht verbindenden noch spaltenden Fasern von sehr geringem Durchmesser, aber oft erstaunlicher Länge besteht. Diese äußerst dünnen Fasern, die wirklichen, eigentlichen Nerven, deren Durchschnitt zwischen $^1/_{200}$ und $^1/_{500}$ Linie wechselt, bestehen aus einem eiweißartigen sogenannten Achsencylinder und einer diesen umschließenden fettreichen Substanz, dem sogenannten Nervenmark, die beide in eine überaus zarte Hülle, die Primitivscheide, eingelagert sind. Im lebenden Zustande sind dieselben vollkommen durchsichtig, im todten dagegen erscheinen sie weiß und oftmals perlenschnurförmig, da beim Eintritt des Todes der eiweißartige Stoff des Achsencylinders gerinnt und sich stellenweise zusammenzieht. Fig. 226 zeigt bei a Stückchen von drei lebenden, bei c von zwei todten Nervenfasern stark vergrößert. Jede Nervenfaser erstreckt sich vom Centrum aus ununterbrochen und ohne sich zu spalten bis zu der Stelle, bis wohin der erregende Einfluß geleitet werden soll, oder von der Stelle, wo eine Empfindung wahrgenommen werden soll, z. B. von der Spitze eines Fingers, einer Zehe, bis in das Centrum. Folglich müssen die Nervenfasern oft eine im Verhältniß zu ihrem Durchmesser ungeheure Länge erreichen.

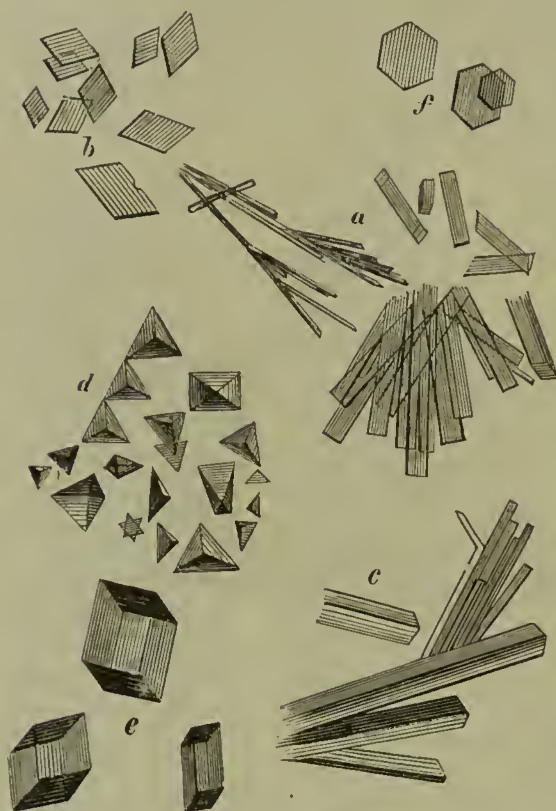


Fig. 224. Blutkrystalle des Menschen und verschiedener Säugethiere.

Die Nervenfasern, welche einen weiten Weg zurückzulegen haben, gehen unterwegs sehr häufig aus einem Nervenbündel in ein anderes über, denn kein Nervenbündel erstreckt sich weit, ohne sich in mehrere zu spalten. Man kann die Nervenfasern füglich mit den Drähten elektrischer Telegraphen vergleichen, besonders die Bewegungs- und Empfindungsnerven. Gleich jenen Telegraphendrähten leiten sie mit Blitzesschnelle die Depeschen des Gehirns, der Centralbehörde des Willens, nach allen Theilen des Körpers hin und überbringen dem Gehirn die an der Außenfläche des letztern oder auch im Innern empfangenen Nachrichten und Eindrücke. Und wie zwei nach ganz verschiedenen Punkten hin gehende Telegraphendrähte eine lange Zeit dicht neben einander hinlaufen können, wie z. B. ein von Leipzig nach Dresden und ein von Leipzig nach Berlin über Riesa führender Draht, oder der von Dresden nach Berlin und der von Leipzig nach Dresden laufende Draht sich in Riesa treffen und dort eine Zeit lang neben ander hinlaufen, ebenso liegen in einem und demselben Nervenbündel oft nach den verschiedensten Punkten hinlaufende Bewegungs- und Empfindungsnerven neben einander.

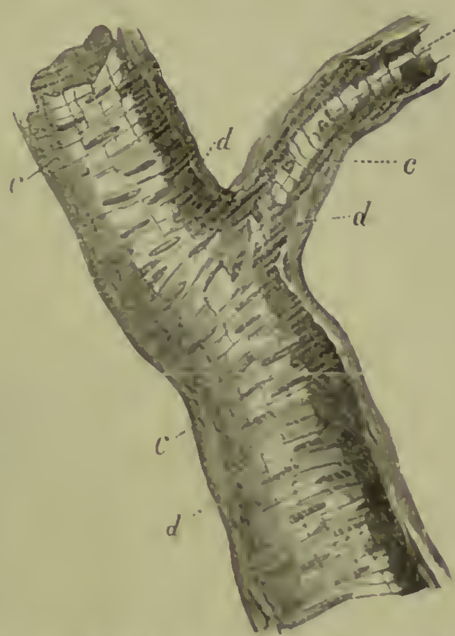


Fig. 225. Ein Stückchen einer Arterie, stark vergrößert.

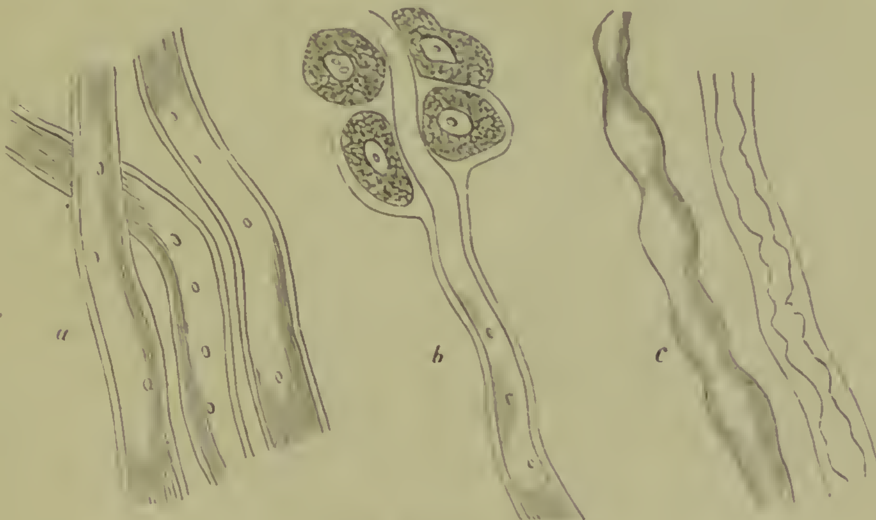


Fig. 226. Nervenfasern.

Nur an der Ursprungsstelle der Rückenmarksnerven ist das Verhalten ein anderes, indem hier die Bewegungs- und Empfindungsfasern von einander gesondert sind. Alle die Nerven nämlich, die aus dem Rückenmarke hervortreten,

eine nach der Wirbelzahl der einzelnen Thiere sehr verschiedene Menge (neun beim Frosche, 2—300 bei den Riesenschlangen, 31 bei dem Menschen), besitzen doppelte Wurzeln, eine untere (vordere), die der Bauchfläche des Rückenmarkes entstammt, und eine obere (hintere), die der Rückenhälfte angehört. Die Fasern dieser Wurzeln aber haben immer nur einseitige Energieen, indem die der vordern ausschließlich motorisch, die der hinteren aber ausschließlich sensitiv sind. Erst nach Vereinigung der beiden Wurzeln entsteht ein Nerv mit gemischten Funktionen. Auf diese Weise erklärt sich auch die Thatsache, daß bei gewissen Rückenmarksleiden bisweilen nur die Bewegung, bei anderen nur die Empfindung verloren geht.

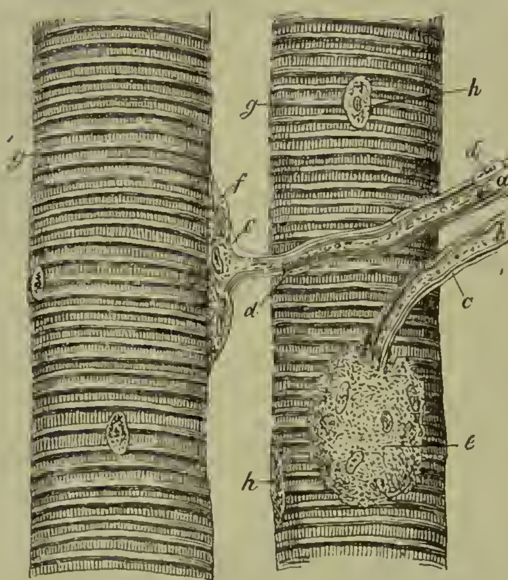


Fig. 227. Zwei Muskelfasern aus dem Psoasmuskel des Meerschweinchens mit Nervenendigungen.


Fig. 228. Ende der Sehnervenfaser mit dem Stäbchen.

Da die Nervenfasern außerordentlich fein sind, die Nervenbündel aber oftmals eine bedeutende Stärke besitzen und gewöhnlich in ziemlich großer Menge aus dem Centrum hervorkommen, so muß es besonders bei den großen Thieren eine ungeheure Menge von Nervenfasern geben. In der That hat man berechnet, daß bei einem erwachsenen Menschen blos in den Nervenpaaren des Rückenmarks nicht weniger als 4,320,000 einzelne Nervenfasern enthalten sind, darunter 2,160,000 Empfindungsnerven, durch welche also eben so viele Punkte der Außenfläche des Körpers und der Glieder im Gehirn repräsentirt sind. So groß diese Zahl aber ist, dürfte sie doch immer noch viel zu gering sein, um das wirkliche Verhältniß auszudrücken. Damit übrigens die Nervenfasern eines Bündels nicht aus einander fahren, ist jedes Bündel von einer bindegewebigen Scheide umgeben.

Ueber die Endigungen der Nervenfasern sind die Meinungen der Forscher lange Zeit getheilt gewesen und wol noch gegenwärtig nicht völlig übereinstimmend. Was die motorischen d. h. die vom Rückenmark auslaufenden Bewegungsnerven betrifft, so haben die neuesten Untersuchungen ergeben, daß ihre letzten Enden

sich in Fibrillen auflösen, die an den einzelnen Muskelfasern mit plattenartigen Ausbreitungen (Endplatten) enden, wobei die zarte Primitivscheide in die nicht minder zarte Muskelfaserscheide unmerklich übergeht. Fig. 227 zeigt in sehr starker Vergrößerung zwei quergestreifte Muskelfasern aus einem Muskel des Meerschweinchens, in deren jeder eine Nervenfaser endigt. a und b sind die Nervenfasern, d und e ihre Endplatten, c die in die Muskelscheide g übergehende Primitivscheide, h sogenannte Muskelkerne. Die Empfindungsnerven scheinen vielfach in

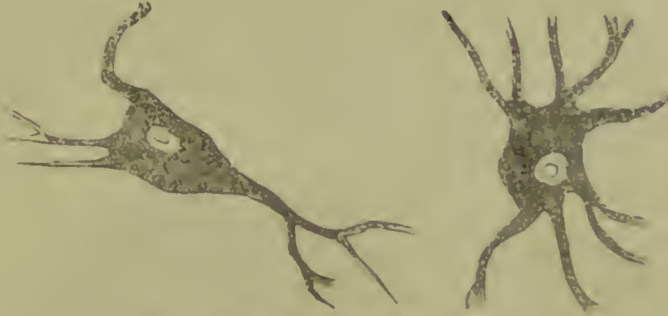


Fig. 229. Ganglienzellen aus dem Hirn.

einzelne Zellen überzugehen oder mit kolbigen Anschwellungen (Endkolben) zu endigen, wie in den Tastkörperchen der Haut, welche wir bereits kennen gelernt haben. Auch die Sinnesnervenfasern stehen an ihren Enden gewöhnlich mit Zellen (den sogenannten Sinnesepithelzellen) im Zusammenhange, um Zellen aber, die sich durch einen mehr oder minder langen und hellen stäbchenförmigen Aufsatz, die Sinnesstäbchen oder Härchen, auszeichnen und, wie es scheint, durch Hülfe dieses letzteren zunächst von außen affizirt werden. In der Netzhaut (Retina) des Auges bilden diese Stäbchen, deren wir in Fig. 228 einige im Zusammenhange mit ihren Zellen und Fasern abgebildet haben, eine flächenhafte Ausbreitung, die man mit um so größerem Rechte der photographischen Platten einer Camera obscura — denn das ist in der That unser Auge — verglichen hat, als dieselbe nach den so eben veröffentlichten Untersuchungen von Boll und Kühne während des Lebens mit einem durch die Einwirkung des Lichtes leicht sich zersetzenden Farbestoff, dem sogenannten Sehpurpur imprägnirt sind. Die Endigungen der vegetativen Nerven innerhalb der glatten (nicht gestreiften) oder unwillkürlichen Muskeln sind bis heute noch nicht genügend bekannt.



Fig. 230. Ein sog. Ganglion Nervenknoten.

Was nun das Centralorgan des gesammten Nervensystems, das Gehirn und Rückenmark anlangt, so besteht dessen Masse keineswegs blos aus Nervenfasern, sondern zum größern Theile aus kleinen, unregelmäßigen, meist eckigen oder herzförmigen Zellen, welche in einer feinkörnigen, öfters grau oder gelblich pigmentirten protoplasmatischen Masse einen deutlichen Kern mit Kernkörperchen einschließen. Diese eigenthümlichen Zellen, von denen zwei in Fig. 229 stark vergrößert abgebildet sind, messen $^1/_{50}$ — $^1/_{100}$ Linie im Durchmesser. Sie setzen die graue, die Nervenfasern dagegen die weiße Hirnsubstanz zusammen. Die Ausläufer, welche den Zellen ihre regelmäßige Gestalt geben, dienen theils dazu, den Zusammenhang mit den Nervenfasern zu vermitteln, theils auch zur Verbindung der sonst von einander isolirten Centralpunkte, denn als solche haben wir die Ganglienzellen zu betrachten.

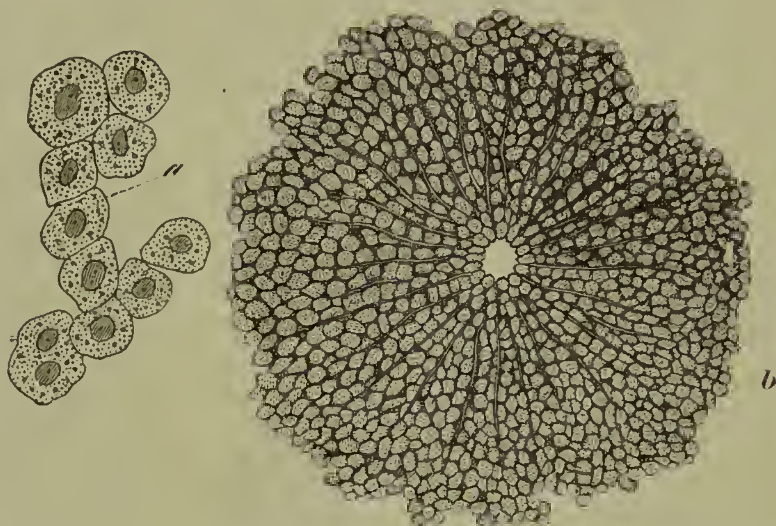


Fig. 231. Leberzellen isolirt (a) und zu einem Leberläppchen vereinigt (b).

Die graue Nervensubstanz gleicht somit gewissermaßen den galvanischen Apparaten, mit denen die Telegraphendrähte an ihren Endpunkten oder unterwegs an den Zwischenstationen in Berührung stehen. Solche zellige Nervensubstanz ist auch vielfach in den Verlauf der peripherischen Nerven eingestreut. Sie bildet hier die sogenannten Ganglien oder Nervenknoten, welche besonders in dem System der vegetativen Nerven häufig vorkommen. Die Zellen dieser Ganglien haben gleich den Zellen der grauen Hirnsubstanz einen deutlichen Kern und pflegen in wurzelartige Fortsätze zertheilt zu sein, welche mit den Fasern der mit den Ganglien zusammenhängenden Nerven in Verbindung stehen, an Zahl aber gewöhnlich hinter den Ausläufern der Hirnzellen zurückbleiben.

Fig. 226 zeigt einige solche Zellen neben einer isolirten Nervenfaser und Fig. 230 ein ganzes Ganglion mit Zellen, die sich direkt in Nervenfasern fortsetzen und mit diesen zusammen in eine Bindegewebsscheide eingelagert sind.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich meinen Lesern die mikroskopische Beschaffenheit aller Gewebe des Körpers der höheren Thiere schildern wollte. Ich will daher blos noch Einiges über das Gewebe der Leber, Nieren,

gewisser Drüsen, der Schleimhaut und über die Bildung des thierischen Eies sowie über die Entwicklung des Thieres in dem Eie bemerken.

Die Leber besteht ihrer Hauptmasse nach aus mit einem deutlichen Kern versehenen rundlichen Zellen (Leberzellen), welche ein gelbliches Aussehen haben und zahlreiche kleine Fettkörner in sich einschließen. Uebrigens liegen diese Zellen nicht etwa ganz regellos neben einander, sondern sind gruppenweise zu den sogenannten Leberläppchen vereinigt, die im Querschnitt unter dem Mikroskope einen strahligen Bau zeigen (Fig. 231). Die Achse der Leberlappchen ist von einer Vene durchzogen, welche sich innerhalb des Lappchens verästelt und ein höchst zierliches Kapillargeflecht bildet. Alle diese Venen sind Verzweigungen eines großen Venenstammes, der sogenannten Pfortader, welche das venöse Blut aus den Gefäßen des Magens, der Därme und der Milz aufnimmt und in die Leber führt, durch deren Thätigkeit aus demselben die zur Verdauung nöthige Galle bereitet wird. Letztere sammelt sich in sehr feinen, ebenfalls zu Geflechten verbundenen Röhrchen, welche allmählich sich zu weiteren Kanälen vereinigen, den Gallengängen. Diese ergießen ihren Inhalt theils direkt in den Zwölffingerdarm, theils erst zunächst in eine Gallenblase, aus welcher die Galle durch einen besonderen Kanal in den Darmkanal abfließt. Außer den Kapillargeflechten der Venen und der Gallengänge ist die Leber noch von Kapillargeflechten der Leberarterie, welche die Leber ernährt, durchdrungen.



Fig. 232. Vertikalschnitt durch die Rinde der Niere eines Neugeborenen.

Noch viel komplizirter ist der Bau der Nieren. Diese in der Lendengegend zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegenen Organe sind bekanntlich dazu bestimmt, den Harn aus dem Blute auszuscheiden. Sie bestehen aus dünnen, meist aber schwer dem bloßen Auge erkennbaren Röhrchen, die einen Zellenbeleg tragen und von zahlreichen Blutgefäßen umsponnen werden. In der Peripherie der Nieren, der sogenannten Rindensubstanz, haben diese Kanäle, wenigstens bei den Säugethieren, einen vielfach gewundenen Verlauf, während sie in der sogenannten Marksubstanz fast parallel neben einander liegen, bis sie in eine beckenförmige Erweiterung der Ausführungsgänge, das sogenannte Nierenbecken, ausmünden. Bei den übrigen Wirbelthieren ist der Unterschied zwischen Rinden- und Marksubstanz verwischt, was damit in Zusammenhang steht, daß die Harnkanälchen direkt aus den immer mehr und feiner sich verästelnden Ausführungsgängen (Harnleitern) hervorgehen. Eine besondere Auszeichnung der Niere, wie sie bei

keinem andern Absonderungsorgane beobachtet wird, besteht darin, daß die peripherischen Enden der Nierenkanälchen sich blasenförmig erweitern und einen kugeligen Gefäßknäuel (die sogenannten Malpighi'schen Knäuel) in sich aufnehmen. In diesen Knäueln, die auf der umstehenden Fig. 232 in f an verschiedenen Stellen gesehen werden (e stellt das Gefäß vor, dem die Knäuel anhängen, a, b, c, d die Harnkanälchen), unterliegt das Blut einem großen Drucke, der offenbar die Ursache jenes massenhaften Austrittes von Flüssigkeit ist, welcher die Harnsekretion begleitet und auch bei denjenigen Wirbelthieren nicht fehlt, welche, wie die Vögel und Schlangen, ihren Harn zugleich mit den Exkrementen in breiiger Form entleeren. Bei diesen Thieren münden die Harnleiter in das Endstück des Darmes, die sogenannte Kloake, während dieselben bei den Säugethieren zunächst in ein weites blasenartiges Reservoir (die Harnblase) sich öffnen, in dem der flüssige Harn sich ansammelt, bevor er durch den Druck der muskulösen Wandungen entleert werden kann.



Fig. 233. Drüse im Zwölffingerdarm des Menschen.

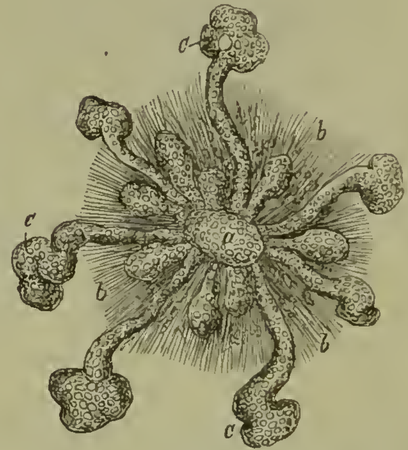
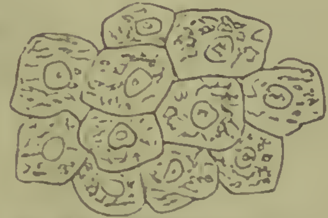


Fig. 234. Die noch unentwickelte Milchdrüse eines weiblichen Embryo.

Die hier kurz geschilderten Nieren und Leber gehören als Absonderungsorgane zu den sogenannten **Drüsen**, die in mannichfacher Zahl, Größe und Bildung dem thierischen Organismus zu Gebote stehen und dazu bestimmt sind, Flüssigkeiten verschiedener, zum Theil sehr spezifischer Beschaffenheit (Schweiß, Speichel, Milch, Gift, Seide u. s. w.) zu bereiten und abzuscheiden. Mag nun aber die Natur dieses Sekretes und die Gestalt und Größe der Drüse noch so auffallend abweichen, in allen Fällen erscheinen die Drüsen als röhrenförmige Einsenkungen einer Fläche, hier etwa der äußern Haut, dort der Darmwand u. s. w. Ob die Einsenkungen mikroskopisch klein bleiben oder beträchtlich wachsen, ob sie als einfache Schläuche persistiren, oder in bald dieser, bald jener Art sich verzweigen und umgestalten, ist morphologisch nur von untergeordneter Bedeutung, obwol es auf die spezifische Funktion der Drüse immerhin einen großen Einfluß ausüben mag. Das Wichtigste und eigentlich Wirksame in der Drüse

ist übrigens immer der Zellenbeleg, der die Innenfläche der Drüsenschläuche bekleidet und aus dem dieselben fortwährend umspülenden Blute das Absonderungsprodukt bereitet.

Zur Illustration unserer Bemerkungen lassen wir in Fig. 233 und 234 die Abbildungen zweier derartiger Drüsen folgen. Fig. 233 stellt eine sogenannte Brunner'sche Drüse dar, wie sie im Zwölffingerdarm des Menschen gefunden wird. Sie gehört zu den verästelten Drüsen und bildet mit ihren Zweigen eine aus vielen Läppchen zusammengesetzte Masse, welche eine überraschende Aehnlichkeit mit einer Weintraube hat. Fig. 234 ist die Abbildung einer Milchdrüse, allerdings nicht einer solchen, die bereits zur vollen Entwicklung und Thätigkeit gelangt ist, sondern einem erst vor Kurzem geborenen Mädchen entnommen wurde. Dieselbe besteht aus strahlig angeordneten, kaum erst verästelten Schläuchen mit kolbigen Endenschwellungen von unregelmäßiger Gestaltung.


Fig. 235. Pflasterepithelium der Schleimhaute.

Wo wir — bei zahlreichen sack- oder röhrenförmigen Organen (der Nasenhöhle, dem Munde, der Speiseröhre, Luftröhre u. s. w.) — von einer Schleimhaut zu sprechen pflegen, da handelt es sich gleichfalls gewöhnlich um Drüsen, wenn diese auch vielleicht so klein sind, daß ihre Anwesenheit nur mit dem Mikroskope

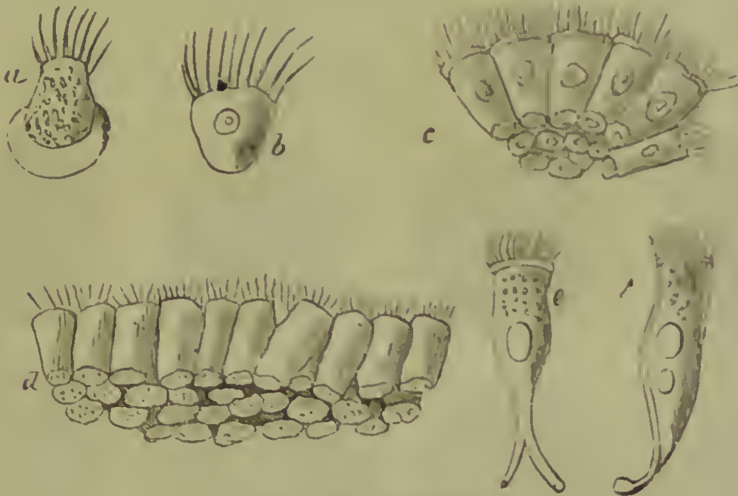


Fig. 236. Flimmerepithelium

konstatirt werden kann. Dafür aber sind dieselben meistens in ungeheurer Menge neben einander in die Wände eingelagert und in beständiger Thätigkeit begriffen, sodaß die Flächen ununterbrochen mit einer schleimigen Flüssigkeit überzogen sind. Die Flächen selbst tragen natürlich gleichfalls einen Zellenbeleg, ein sogenanntes Epithelium, das sich eben sowol in die Auskleidung der Drüsenschläuche, wie durch die Körperöffnung hindurch in die sogenannte Epidermis, die wir schon oben (S. 309) kennen lernten, fortsetzt. Bei mikroskopischer Untersuchung erscheint dieser Epithelüberzug unter verschiedener Form. Bald erinnert er bei Betrachtung von oben durch die Zusammenfügung und Gestalt der Zellen an einen gepflasterten Platz (Fig. 235) bald an ein wogendes Kornfeld. Im letzteren Falle

hat man ein sogenanntes Flimmerepithelium vor sich, wie sich ein solches an der Schleimhaut der Luftröhre und der Bronchien, in der Nasenhöhle, den Eileitern u. s. w. vorfindet. Es besteht aus länglichen, pallisadenartig neben einander gestellten Zellen, die an ihrer obern freien Fläche mit Wimpern besetzt sind.

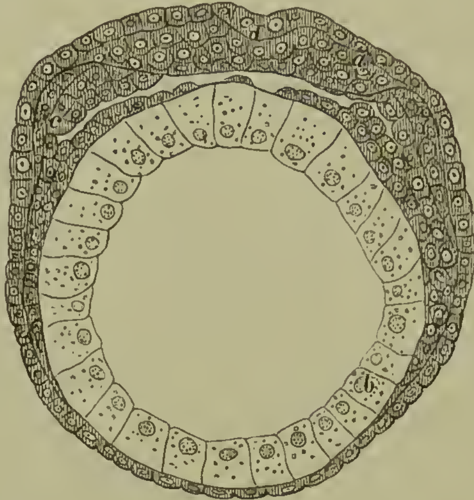


Fig. 237. Querschnitt eines Eies von Enaxes: a Exoderm, b Entoderm, c Mesoderm mit beginnender Spaltung, d Anlage des Nervensystems.

Fig. 236 zeigt mehrere Formen des Flimmerepitheliums in starker Vergrößerung, nämlich bei a und b Flimmerepitheliumzellen aus der Mundschleim-

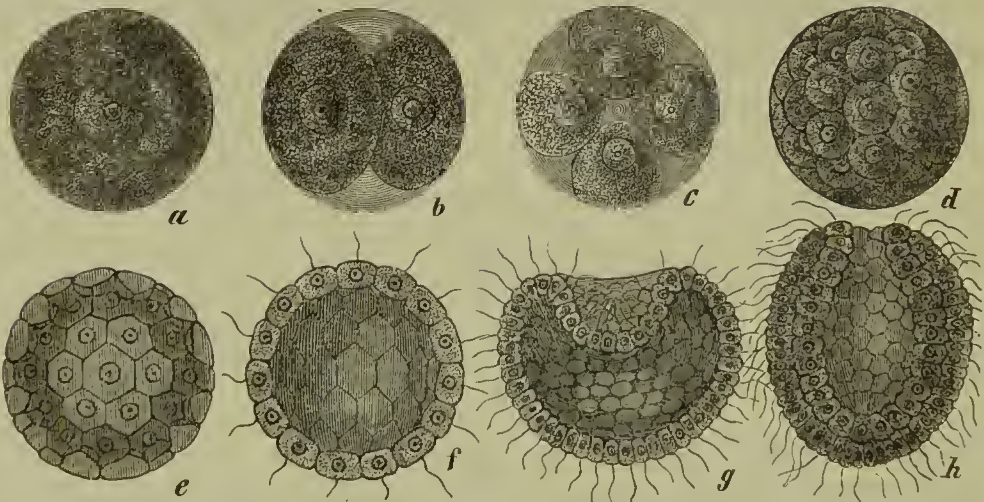


Fig. 238. Eiklüftung und Embryonalbildung eines Coelenteraten.

haut des Frosches, bei c eine Schicht solcher Zellen aus der Luftröhre des Kaninchens, bei d aus der Luftröhre des Menschen, bei e eine einzelne Zelle aus der Luftröhre des Hundes, bei f eine dergleichen aus der Luftröhre des Menschen. An den beiden letzten Zellen, die vollkommen unversehrt dargestellt sind, sieht man, daß jede Flimmerepitheliumzelle nach unten zu in ein wurzelartiges Ende ausläuft. Alle diese unzähligen Wimpern des Flimmerepitheliums befinden sich während

des Lebens ununterbrochen in nickender oder schwingender Bewegung, wie die Halme eines vom Winde getroffenen Kornfeldes. Und zwar macht jedes einzelne Wimperchen diese Bewegung mehreremal in einer Sekunde, wobei es die umgebende Flüssigkeit ruderartig schlägt und ebenfalls in Bewegung setzt. Diese höchst merkwürdige Flimmerbewegung erinnert in mehrfacher Beziehung an das bei einer früheren Gelegenheit geschilderte Spiel der Pseudopodien (S. 55), die freilich nur den niedrigsten Thieren zukommen. Wie diese ist auch sie eine ganz selbständige, von dem Nerveneinfluß völlig unabhängige, in dem Leben der Zellen begründete Erscheinung. Dies beweist der Umstand, daß, wenn man aus einem lebenden Thiere ein Stückchen Schleimhaut herausschneidet, die Wimpern seiner Epithelumzellen ihre Bewegung noch wenigstens 36 Stunden, ja bisweilen 14 Tage lang ununterbrochen fortsetzen.

Schon bei der Darstellung vom Bau der niedern Thiere haben wir der Flimmerhaare und Flimmerzellen vielfach Erwähnung thun müssen. Wir haben unter diesen Geschöpfen zahlreiche Formen kennen gelernt, die wenn nicht zeitlebens, so doch in ihren Larvenformen, so lange sie noch klein sind, durch Hülfe eines dem Körper äußerlich aufsitzenden Flimmerapparates frei im Wasser umherschwimmen. Die wichtige Rolle, die somit die Flimmerbewegung in der Entwicklungsgeschichte spielt, veranlaßt uns nun, an dieser Stelle, zugleich zum Schlusse unserer Betrachtungen über den thierischen Bau, mit wenigen Worten noch der wunderbaren Vorgänge zu gedenken, welche die **Entwicklung eines Thieres** begleiten und ermöglichen. Wir dürfen das um so eher, als alle diese Vorgänge mittels des Mikroskopes zur Beobachtung kommen und durch Hülfe dieses Instrumentes uns bekannt geworden sind.



Fig. 239. Das Säugethierei im Stadium der Keimblase a, mit der ersten Embryonalanlage c und Zotten auf der Außenhaut b.

Ich schicke voraus, daß sich sämmtliche Thiere, auch die Menschen, bei der geschlechtlichen Fortpflanzung aus einem Ei entwickeln, das Anfangs, mag seine Größe und Beschaffenheit später auch noch so verschieden sein, überall ein mikroskopisch kleines Bläschen ist, eine einfache Zelle, in welcher sich eine formlose Substanz mit einem meist bläschenförmigen hellen Kerne befindet (Fig. 238, a). Die formlose Substanz ist der spätere **Dotter**, der Kern das sogenannte **Keimbläschen**. Sobald nun das Ei befruchtet, d. h. zu weiterer Ausbildung angeregt ist, was immer durch die im männlichen Zeugungsstoffe zu Millionen vorhandenen Schwärmfäden oder **Samenthierchen**, die denjenigen der Gefäßkryptogamen ganz ähnlich sind (s. oben S. 211), bewirkt wird, verschwindet das Keimbläschen unter seiner frühern Form, und die Dottermasse theilt sich in zwei Hälften, von denen jede einen besonderen Kern enthält (Fig. 238, b). Die beiden Dottermassen spalten sich je wieder in zwei Theile, und dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die ursprünglich formlose Dottersubstanz in eine Menge von kleinen Kugeln, d. h. Zellen, zerlegt worden ist, von denen eine jede ihren eigenen Kern enthält (Fig. 238, c, d). Die Zellen, die auf diese Weise (durch den sogenannten Klüftungsprozeß) aus dem ursprünglich amorphen Dotter ihren Ursprung genommen haben, sind nur bestimmt, den spätern Thierkörper mit seinen Geweben und Organen zu bilden. Es geschieht das aber nicht beliebig so

oder anders, sondern in bestimmter Ordnung, nach Gesetzen, die, wenn auch im einzelnen Falle, je nach den gegebenen Verhältnissen (Menge des Dotters, Organisation des spätern Geschöpfes) mehrfach abweichend, im Wesentlichen doch durch die ganze Thierreihe hindurch die gleichen sind. Die aus der Klüftung resultirende Zellenmasse verwandelt sich zunächst in eine doppelt geschichtete Hohl-

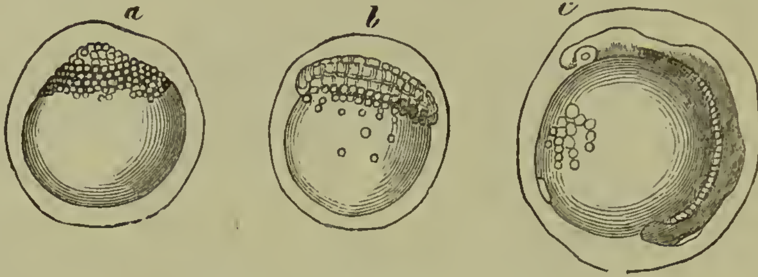


Fig. 240. Zur Entwicklung des Lachses.

kugel, deren Innenraum entweder leer ist, d. h. eine indifferente Flüssigkeit enthält, oder auch wol eine gewisse Menge von (unvollständig zerklüftetem oder noch gänzlich amorphem Dotter in sich einschließt. Die Entstehungsweise dieser Schichten zeigt insofern einige Unterschiede, als beide entweder ziemlich gleichzeitig und unabhängig von einander aus den Furchungszellen hervorgehen, oder die



Fig. 241. Zur Entwicklung des Lachses: 1. Nabelkase mit Oeltropfen, 2. Bluthof, 3. Auge, 4—7 Gehirn mit Gehörbläschen. 8. Darm, 9. Rücken.

innere von der dann eine Zeit lang allein existirenden äußern durch Einstülpung gebildet wird (Fig. 238 f). Im letzteren Falle ist der Innenraum der Hohlkugel natürlich leer und gleich von vornherein nach außen geöffnet, während im andern Falle eine derartige Oeffnung erst später durchbricht. Der Körper, der auf diese Weise gebildet ist, stellt nun bei vielen niederen, im Wasser lebenden Thieren bereits die erste (sogenannte infusorienartige) Larvenform dar, wie wir sie z. B. bei den Coelenteraten und vielen Würmern früher angetroffen haben. Die äußere

Schicht des Keimes, das sogenannte Exoderm, bedeckt sich mit Flimmerhaaren, die den Embryo im Wasser umhertreiben, während die innere, das Endoderm, den Darmraum begrenzt, in den die Speise durch die Oeffnung, welche Mund und After zugleich vertritt, den Eingang findet. Allerdings hat die Larve noch nicht die Organisation des spätern Thieres: es fehlt einstweilen noch das Nervensystem, die Muskulatur, die Leibeshöhle und zahlreiche andere Organe, allein diesem Mangel wird durch weitere Veränderung der Keimhäute im Laufe der Zeit immer vollständiger abgeholfen. So entsteht das Nervensystem gewöhnlich durch Verdickung und Abschnürung aus dem Exoderme, das wir sonst bei dem erwachsenen Thiere in der Epidermis wiederfinden, die Muskulatur aber sammt der Bindesubstanz und den Gefäßen aus einer dritten, zwischen Endoderm und Exoderm nachträglich sich einschiebenden Keimhaut (Mesoderm), die sich durch rege Zellenvermehrung beträchtlich verdickt und durch Spaltung in eine äußere und innere Lage, von denen die erstere an das Exoderm tritt und die muskulöse Leibeswand liefert, während die andere dem Endoderm sich verbindet und dann die Darmmuskulatur aus sich hervorgehen läßt, zu der Bildung der

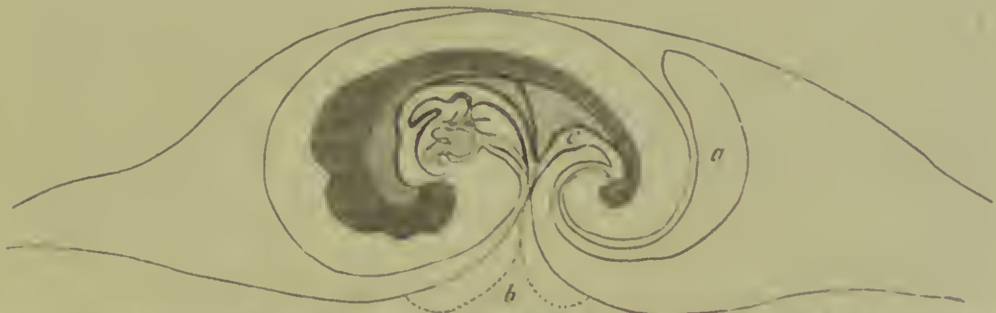


Fig. 242. Profilansicht eines dreitägigen Fischleins: a Mantel, b Nabelblase (Dottersack) in Zusammenhang mit dem Darme c.

Leibeshöhle hinführt. Die vorstehende Fig. 237 ist bestimmt, diese Vorgänge an dem Querschnitte eines Regenwurmeies zu versinnlichen. Die Entwicklung der höhern Thiere, insonderheit der Wirbelthiere, deren Eier gewöhnlich einen größern Dottervorrath besitzen, oder doch wenigstens, wie es bei den Säugethieren der Fall ist, während der Embryonalbildung, die dann im Innern des Mutterthieres (in dem sogenannten Fruchthalter) geschieht, einen beträchtlichen Zuschuß von Bildungsmaterial erhalten, geht insofern einen etwas abweichenden Weg, als sich die Keimhäute hier nicht direkt und gleichmäßig mit allen ihren Theilen in das neue Thier verwandeln, sondern zunächst — meist mit Dotter gefüllt — zu einer Keimblase werden, an welcher der Embryo durch Verdickung und Zellenwucherung Anfangs in Form eines sogenannten Primitivtheils seinen Ursprung nimmt. (Aehnliches findet sich bereits, wie Fig. 237 zeigt, bei den Gliederthieren.) Dieser Primitivtheil ist aber nicht gleich von vornherein der spätere Körper, sondern ursprünglich nur ein Segment desselben, bei den Wirbelthieren der Rückentheil, der dann an Stelle des spätern Bauches einstweilen die Keim- oder Nabelblase trägt, wie das durch die beistehenden Figuren (Fig. 240 und 241), einige Phasen aus der Entwicklungsgeschichte des Lachses darstellen, erläutert ist. Die Schichten der Keimblase gehen dabei natürlich direkt in die Theile des Embryo

über, die ja nur durch Veränderung dieser Schichten ihren Ursprung genommen haben. So hängt das Exoderm der Keimblase mit der Epidermis des Embryo zusammen, das Mesoderm mit der Körper- und Darmmuskulatur, je nachdem es sich dabei um das obere oder untere Blatt handelt, das Entoderm mit dem Darmepithel. Infolge dieses letzten Zusammenhanges kommt der Inhalt der Nabelblase, auch wenn diese sich vielleicht stark von dem Embryo abschnürt, wie das häufig geschieht, in einer Aussackung des Darmes zu liegen, sodaß der Inhalt derselben direkt in letzteren übertreten und daselbst verdaut werden kann. Das Wachsthum des Embryo, der als erste Primitivanlage oftmals eine nur sehr unbedeutende Größe besitzt, geht begreiflicher Weise wie die weitere Entwicklung nur auf Kosten der Nabelblase vor sich, deren Inhalt um so rascher verbraucht wird, als die Gefäße des Embryo sehr bald auch auf denselben übertreten und ihn schließlich vollkommen überspinnen. Jemehr der Embryo also wächst und sich ausbildet, desto mehr verkleinert sich die Nabelblase, bis sie schließlich vollkommen schwindet, und dann ersterer allein noch übrig ist.

Die Säugethiere, die sich im Gegensatze zu den übrigen Wirbelthieren aus einem sehr kleinen Ei entwickeln, das mit bloßem Auge kaum sichtbar ist, entnehmen das zu ihrer Ausbildung nöthige Material, wie schon bemerkt ist, aus dem mütterlichen Körper. Sie gebären deshalb auch sämmtlich lebendige Junge, was in den übrigen Wirbelthiergruppen entweder niemals (Vögel), oder nur sehr selten (wie z. B. bei der Blindschleiche) vorkommt. Die neugeborenen Säugethiere besitzen trotz der fast mikroskopischen Kleinheit der Eier übrigens eine oftmals sehr beträchtliche Größe — der neugeborene Bartenwall wiegt viele Centner —, es wird uns deshalb nicht überraschen, wenn wir sehen, daß zum Zwecke genügender Nahrungszufuhr bei ihnen noch ganz besondere Einrichtungen zur Ausbildung kommen. Die Keimblase der Säugethiere treibt bereits auf früher Entwicklungsstufe, zu einer Zeit, in der sie kaum eine Linie im Durchmesser hat, auf ihrer Außenhaut Zotten (Fig. 239), die, den Wurzeln einer Pflanze vergleichbar, in die Schleimhaut des mütterlichen Fruchthalters eindringen und letztere schließlich derart durchwachsen, daß dadurch ein förmliches embryonales Nahrungsorgan, der sogenannte Mutterkuchen (placenta), gebildet wird. Da die Zotten von dem Embryo aus — durch die sogenannte Allantois — mit Blut versorgt werden, so kreisen in diesem Mutterkuchen die Blutmassen des jungen Thieres und der Mutter, nur durch dünne Membranen getrennt, dicht neben einander, sodaß leicht ein Austausch zwischen denselben stattfindet. Die Mutter genießt und athmet während der Schwangerschaft nicht blos für sich, sondern auch für das Kind, das sie im Schoße trägt, und entleert in gleicher Weise mit ihren eignen Zersetzungsprodukten die ihres Sprößlings. Die Allantois ist übrigens kein ausschließliches Eigenthum der Säugethiere, sondern findet sich in wesentlich der gleichen Weise auch schon bei den Vögeln und beschuppten Amphibien, wie die voranstehende Figur, (Fig. 242a) welche den dreitägigen Embryo eines Hühnereies in Profil darstellt, das nachweist. Nur insofern findet sich bei diesen Thieren ein Unterschied, als die Allantois hier ausschließlich zur Athmung dient.

Siebenter Abschnitt.

Das Mikroskop als Waarenprüfer.

Bis hierher haben wir gesehen, wie das Mikroskop den Zwecken der reinen Wissenschaft dient; aber auch für das praktische Leben ist die Anwendung desselben von der weittragendsten Bedeutung. Dies wird meinen Lesern bei der Lektüre dieses Abschnittes einleuchten, in welchem die mikroskopische Untersuchung der wichtigsten Nahrungsmittel, Kolonialwaaren, Gewebstoffe, Gewürze u. s. w. besprochen werden soll. Wir benutzen in diesem Abschnitt hauptsächlich die Entdeckungen, welche durch Dr. Hermann Klencke in seinem trefflichen Werke*) veröffentlicht worden sind.

Verfälschung von Nahrungsmitteln und Kolonialwaaren.

Unter den Nahrungsmitteln nehmen Milch, Butter und Brot unstreitig den ersten Platz ein, denn dieser bedarf auch der Unbemitteltste in seinem Haushalte. Eine Kenntniß von der normalen Beschaffenheit der genannten Hauptnahrungsmittel thut um so mehr noth, als die engherzige Habsucht der Menschen gerade diese in vielfältiger Weise zu verfälschen gewußt hat, und der ärmere Theil des Volkes, welcher gezwungen ist, die billigste Milch, die billigste Butter, das billigste Brot zu kaufen, von solchen strafwürdigen Verfälschungen am meisten zu leiden hat.

Die Milch der Säugethiere besteht aus einer wasserhellen Flüssigkeit und darin schwimmenden, überaus kleinen Kügelchen von Fett (Butter), welche in Menge gesehen weiß erscheinen und dadurch der Milch ihre charakteristische weiße Farbe geben. Je mehr solcher Fett- oder Butterkügelchen in der Milch enthalten sind, desto fetter und dickflüssiger ist dieselbe, desto mehr Rahm setzt sie ab und desto mehr zieht ihre Farbe ins Gelbliche; je weniger Butterkügelchen dagegen in der Milchflüssigkeit schwimmen, je mehr letztere vorherrscht, desto mehr zieht ihre Farbe ins Bläuliche. Die Milchflüssigkeit ist eine wässerige Auflösung von Milchzucker, Käsestoff (Caseïn) und verschiedenen Salzen, während die Butter-

* „Die Verfälschung der Nahrungsmittel und Getränke, der Kolonialwaaren, Droguen und Manufakte, der gewerblichen und landwirthschaftlichen Produkte.“ Leipzig, J. J. Weber. 1860.

kügelchen mit Butterfett erfüllte Bäschen sind, deren überaus zarte Haut aus festem Käsestoff besteht. Gute, d. h. fettreiche Milch ist immer etwas schwerer als Wasser, und daher sinkt sie (wenigstens die frisch gemolkene), ins Wasser getröpfelt, darin unter. Auf den Fingernagel getropft, fließt solche Milch nicht aus einander, sondern bildet einen kugligen oder gewölbten Tropfen. Fig. 243 zeigt ein Tröpfchen von guter Milch in 630facher Linearvergrößerung. Diese strotzt von großen und kleinen Butterfettkügelchen. Wenn dagegen im Gesichtsfelde des Mikroskops bei Anwendung der angegebenen Vergrößerung, welche freilich eine sehr starke ist und daher nur von großen Mikroskopen gewährt werden kann, nur wenige Fettkügelchen erscheinen, so ist die Milch sicher wässerig und schlecht. Bei der Rahm- oder Sahnebildung drängt sich nach und nach die Mehrzahl der in der Milch enthaltenen Fettkügelchen an die Oberfläche der stehenden Milch zusammen und bildet die gelbliche, fette Rahmschicht. Die darunter befindliche entrahmte Milch besteht natürlich der Hauptsache nach aus der wässerigen Milchflüssigkeit, doch enthält dieselbe, war anders die frisch gemolkene Milch eine gute, immerhin noch ziemlich viel Fettkügelchen. Vom Mai bis Herbst, wo das Milchvieh viel grünes Futter zu bekommen pflegt, enthält die Milch immer mehr wässerige und weniger feste Bestandtheile als vom Herbst bis zum Frühling, wo das Vieh Heu, Kleehen, Stroh, Rüben u. dergl. erhält. Kühe, welche im Winter vorzugsweise mit Branntweinschlämpe gefüttert werden, geben häufig eine wässerige und mit Schleim gemischte Milch. Es kann daher die Milch ohne Schuld des Verkäufers je nach der Jahreszeit oder Fütterung bald gut, bald schlecht sein. Dagegen muß es schon als Betrug bezeichnet werden, wenn der Händler wissentlich verdorbene oder abgesottene Milch, oder Milch von kranken Kühen oder von solchen, welche eben erst gekalbt haben, als gute, frisch gemolkene Milch verkauft. Verdorbene Milch hat in der Regel einen unangenehmen oder sauren Geruch, gekochte Milch giebt nur eine sehr dünne Schicht eines zwar sehr fetten, aber wenig dicken Rahms, Milch von kranken Kühen enthält sehr gewöhnlich Eiter und Schleimkügelchen, welche sich unter dem Mikroskop durch ihr maulbeerartiges Ansehen sofort von den Butterkügelchen unterscheiden lassen (s. Fig. 244, wo dergleichen Milch 630mal im Durchmesser vergrößert dargestellt ist). Diejenige Milch endlich, welche die Kühe in den ersten Tagen nach der Geburt des Kalbes geben (das sogenannte „Colostrum") und

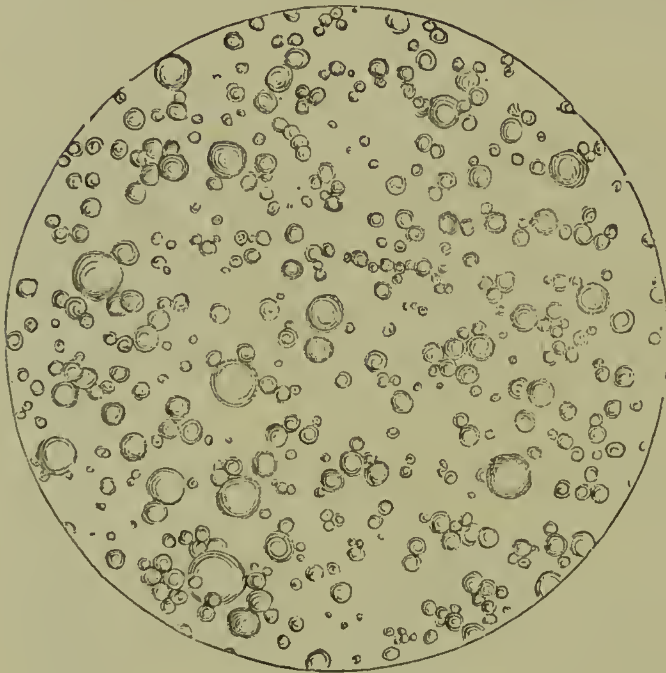


Fig. 243. Kuhmilch.

die nicht verkauft werden soll, weil sie für den Genuß des Menschen völlig unbrauchbar und zugleich ungesund ist, sieht unter dem Mikroskop bei derselben Vergrößerung ebenfalls ganz anders aus, als gute, gesunde Milch, indem sie große Kugeln mit gekörnelter Oberfläche (Colostrumkugeln), die aus noch nicht gehörig ausgebildeter Buttersubstanz bestehen, und gruppenweise zusammengeballte, von einer feinkörnigen Masse umgebene Butterfettkügelchen enthält (Fig. 245). Dergleichen Milch ist außerdem reich an salzigen Bestandtheilen, aber arm an Milchzucker, enthält mehr Eiweiß als Käsestoff, gerinnt beim Kochen und wird faul, ohne vorher sauer zu werden.

Was endlich die wirklichen Verfälschungen der Milch betrifft, so bestehen dieselben theils in Beimengung von fremdartigen Stoffen, durch welche man bald die Menge der Milch vermehren, bald einer schlechten Milch das Ansehen guter Milch geben will, theils in der Herstellung einer künstlichen Milch aus Dingen, welche gar keine Verwandtschaft mit wirklicher Milch haben. Die am häufigsten vorkommenden Verfälschungen der Milch sind Verdünnung der Milch mit Wasser, Beimengung von Mehl, Gummi, Stärkezucker, Eiweiß, Hausenblase, Emulsionen öliger Samen (Hanfmilch, Mandelmilch) u. a. m. Mehl pflegt man namentlich schlechter oder mit Wasser verdünnter Milch beizumengen, um die Milch dicker zu machen und dadurch das Uebermaß der wässerigen Bestandtheile zu verstecken. Eine zwei- bis dreihundertfache Vergrößerung genügt, um diese Fälschung zu entdecken, denn das Mehl besteht bekanntlich aus Stärkekörnern, welche man an ihren charakteristischen Formen (s. oben S. 189) leicht erkennen kann. Will man sich ganz genau überzeugen, ob Mehl beigemengt ist, so darf man den unter dem Mikroskop befindlichen Milchtropfen blos ein Tröpfchen Jodlösung beifügen, indem dann die Stärkemehlkörner sich sofort blau färben. Die Verfälschung mit Emulsionen von öligen Samen, welche der Milch eine schöne weiße Farbe und einen süßen Geschmack geben, erkennt man unter dem Mikroskop daran, daß in einer solchen Milch eine Menge kleiner schwarzer Punkte (Oeltröpfchen) enthalten sind. Kocht man solche Milch, so bilden sich beim Erkalten größere Oeltropfen auf ihrer Oberfläche. Eine künstlich hergestellte Milch endlich hat blos die Farbe

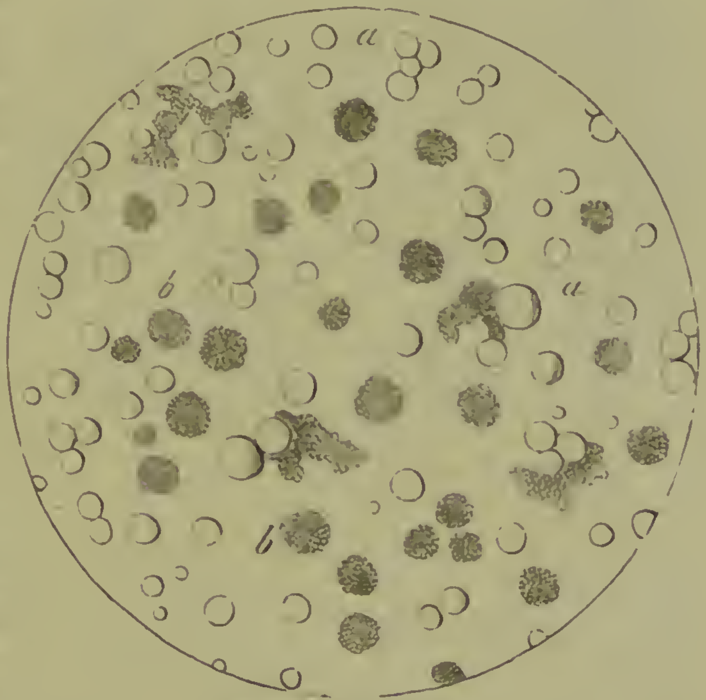


Fig. 244. Milch mit Eiter.

mit wirklicher Milch gemein, schmeckt ganz anders und kann zu keinem der Zwecke verwendet werden, wozu man die Milch gebraucht. Bis jetzt ist blos eine Art künstlicher Milch bekannt geworden, nämlich aus gekochtem und mit abgerahmter Milch angeriebenem Hammelsgehirn. Die auf diesem Wege entstandene Flüssigkeit sieht natürlicher fetter Milch auffallend ähnlich, unter dem Mikroskop aber ganz anders aus als wirkliche Milch, indem sie nur wenige Fettkügelchen, dagegen verschieden geformte Reste zerriebenen Gehirns in großer Menge enthält (s. Fig. 246). Diese Verfälschung ist besonders in Paris vorgekommen.

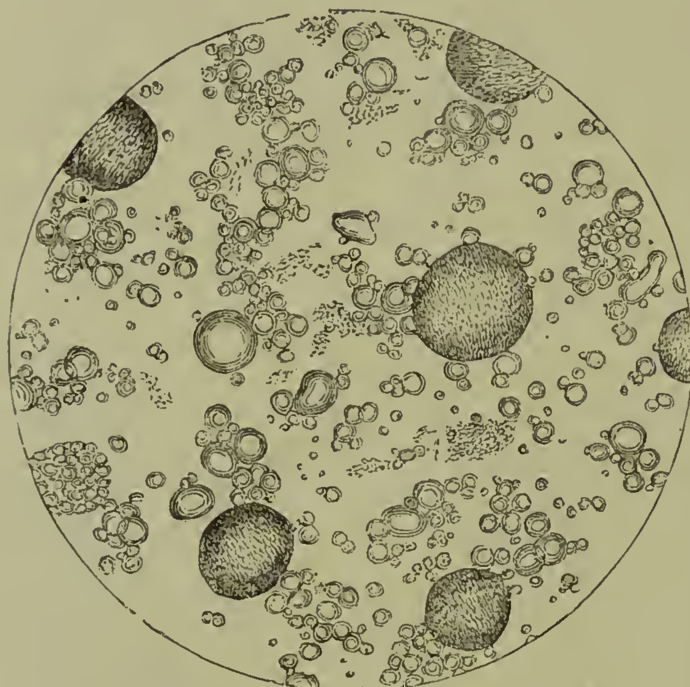


Fig. 245. Colostrum.

Die Butter wird dadurch aus der Milch gewonnen, daß man die in derselben enthaltenen Butterkügelchen zwingt, sich mit einander zu vereinigen. Ein Zusammengehen der Butterkügelchen wird erst dann möglich, wenn die jedes der Kügelchen umgebende Hülle von festem Käsestoff aufgelöst worden ist. Dies geschieht im gewöhnlichen Prozesse der Buttergewinnung durch das Sauerwerdenlassen der Milch, indem sich da freie Milchsäure bildet, welche jene Käsestoffhüllen auflöst. In viel kürzerer Zeit kann dasselbe durch Zusatz von Essigsäure zur Milch erreicht werden. Nach der Auflösung der Käsestoffhüllen lassen sich die Butterfettkügelchen durch heftige Bewegung der Milch, wie eine solche beim Buttern stattfindet, leicht mit einander zu größeren Butterklumpen vereinigen. Eine reine, gute Butter muß eine gelblichweiße Farbe, einen angenehmen, nußartig süßlichen Geschmack und Geruch haben, geschmeidig fett und dicht sein und bei 30° C. schmelzen. Unter dem Mikroskop, bei 630facher Linearvergrößerung, gesehen, darf dieselbe blos aus großen und kleinen Butterkügelchen zusammengesetzt erscheinen (Fig. 247) und höchstens Salzkrystalle von Kochsalz (würfelförmige Krystalle) beigemengt zeigen. Ist die Butter bröcklig, blaß, fettarm, trocken, mehlig, schleimig oder fadenziehend, schmeckt sie fade, bitter oder säuerlich, riecht sie ranzig, enthält sie noch Buttermilch, oder sehr viel Salz, hat sie eine auffallend gelbe Farbe, so muß sie entweder verfälscht oder verdorben oder künstlich gefärbt sein und ist dann stets für schlecht zu erklären. Die Beschränktheit des Raumes gestattet mir nicht, die Ursachen, welche die oben erwähnten sehr verschiedenen Eigenschaften einer schlechten Butter bedingen, zu erörtern; ich will nur noch von den gewöhnlichsten oder auffälligsten Verfälschungen der Butter sprechen.

Man verfälscht die Butter vorzüglich durch Beimengung von Wasser, um ihr Volumen, also die Menge, sowie durch Zuthat von Kochsalz, Sand, Alaun, Soda und Pottasche, um ihr Gewicht zu vermehren. Gute, unverfälschte Butter darf nicht mehr als $^1/_6$ bis $^1/_5$ Prozent Wasser enthalten; giebt daher die Butter beim Schmelzen in gelinder Wärme mehr Wasser von sich, so war sie mit Wasser verfälscht. Mit Kochsalz stark gemengte Butter schmeckt natürlich sehr salzig, giebt beim Zerschneiden ein knirschendes Geräusch von sich und hat auf der Schnittfläche ein gestreiftes Ansehen. Mit Sand versetzte Butter knirscht zwischen den Zähnen, und locht man sie mit Wasser, so fällt der Sand zu Boden. Unter dem Mikroskop giebt sich der Sand, sei er noch so fein gerieben, schon bei hundertfacher Linearvergrößerung in Form scharfkantiger, und krystallheller Stücke zu erkennen. Mit Alaun verfälschte Butter hat ein salbenartiges weißes Ansehen und einen unangenehmen, zusammenziehenden Nachgeschmack; mit Soda oder Potasche versetzte sieht seifenartig aus, schmeckt bitter und zeigt auf der Schnittflache speckige Streifen. Eine sehr gewöhnliche Verfälschung der Butter besteht ferner in Zusatz von Kartoffelstärke oder gekochten und fein zerriebenen Kartoffeln, oder von Weizenmehl. Eine solche Butter, welche schwer wiegt und bröcklig, fleckig, auf der Schnittfläche rauh ist, kann bei etwa dreihundertfacher Linearvergrößerung unter dem Mikroskop sehr leicht als verfälscht erkannt werden, indem dann die charakteristisch geformten Stärkemehlkörner, welche durch Zusatz von Jodlösung sofort blau gefärbt werden, sehr deutlich hervortreten. Schließlich will ich noch einer höchst eigenthümlichen Verfälschung der Butter Erwähnung thun, welche namentlich in Sachsen eine Zeit lang betrieben worden ist, nämlich der sogenannten „Wasserbutter“. Unter diesem Namen wurde in Dresden eine wohlfeile, gallertartige Butter zu Markte gebracht, die nur zum kleinen Theil aus wirklicher Butter, zum größten Theil aus auf chemischem Wege in Gallerte umgewandelter — Kieselerde bestand und außerdem gefärbt war.

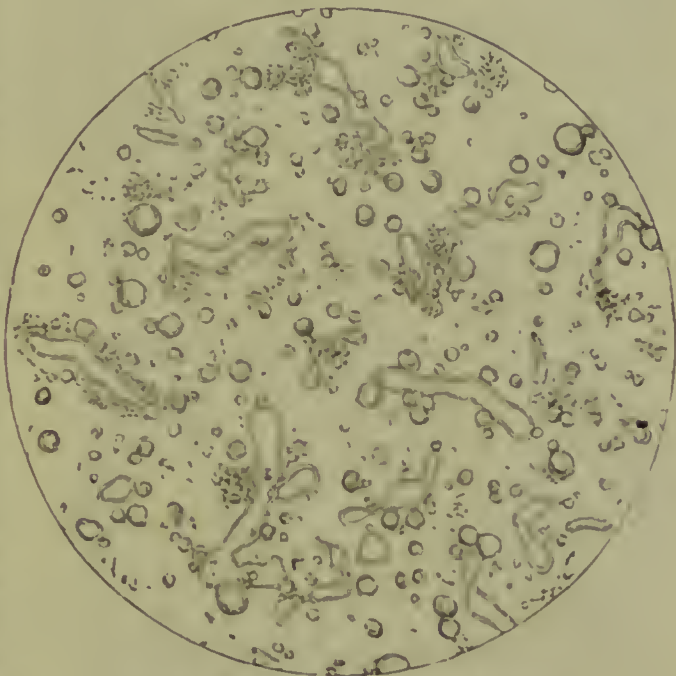
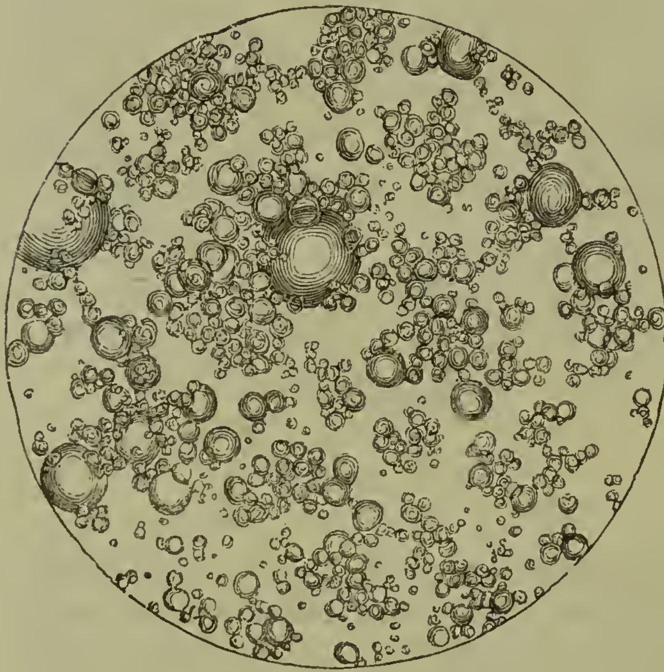


Fig. 216. Künstliche Milch aus Gummi, Fett u. a.

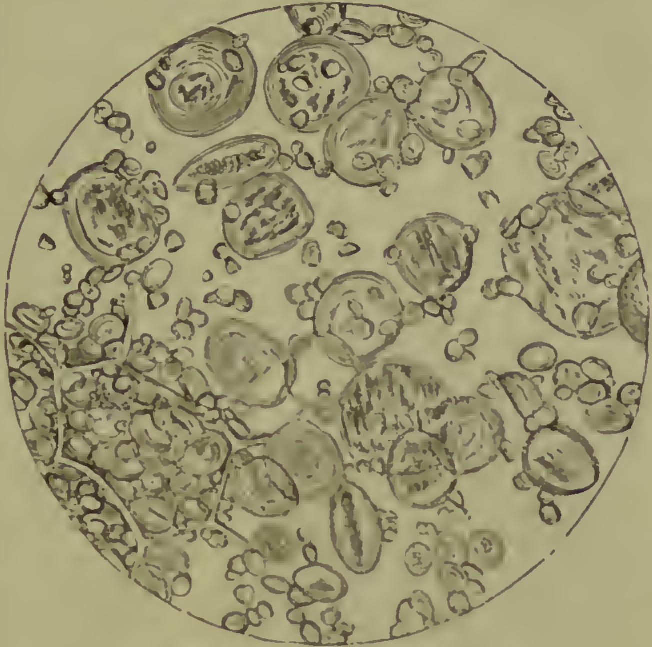
Das Brot ist ebenfalls vielfachen Verfälschungen ausgesetzt. Zunächst hat man, will man selbst Brot backen, beim Einkauf des Mehles darauf zu sehen, daß dasselbe gut und rein, nicht verdorben, alt, mit Schmutz, Unrath von Thieren, Milben und anderen kleinen Thierchen vermengt oder gar verfälscht sei. Ein reines, gutes Mehl, gleichviel ob Roggen-, Weizen- oder ein anderes aus den

Samen irgend einer Getreideart (eines Getreidegrases) gewonnenes Mehl, kann immer nur aus ganzen und zertrümmerten Stärkemehlkörnern, aus Resten der durch das Mahlen zerstörten Zellen, aus denen das Getreidekorn zusammengesetzt war, und höchstens noch aus einzelnen Kleberkörnchen bestehen. Jedes Getreidekorn ist nämlich, wie bekannt, aus dem Mehlkörper (Eiweißkörper) und der Schale zusammengesetzt. Letztere besteht größtentheils aus länglichen, dicht an einander gedrängten, dickwandigen, leeren Zellen (die eigentliche Schale oder Hülse), nach innen zu aus größern, dunklen, mit feinkörnigem Klebermehl erfüllten Zellen, der Mehlkörper aber aus großen, mit Stärkekörnern vollgepfropften Zellen. Durch den Prozeß des Mahlens werden die Schalen und Kleberzellen in Form von Kleie von den Stärkemehlzellen, welche das eigentliche Mehl bilden, getrennt. Fig. 248 zeigt eine Probe von gutem reinen Weizenmehl in 420facher Linearvergrößerung, und man sieht da, daß dieses Mehl blos aus großen und kleinen Stärkekörnern und Resten der Stärkezellen zusammengesetzt ist.


Fig. 247. Reine Butter.

Gerstenmehl sieht dem Weizenmehl sehr ähnlich, doch sind selbst die größten Stärkekörner des Gerstenmehles drei- bis viermal kleiner, als die großen Stärkekörner im Weizenmehl. Letztere sind große, flache Scheiben mit dünnem Rande und werden eben so wenig wie die Gerstenmehlkörner durch das Mahlen zertrümmert oder geöffnet. Ganz anders sieht Roggenmehl aus (Fig. 249, dieselbe Vergrößerung), weil die Stärkemehlkörner des Roggens mehr kugelig sind und die größten durch den Druck der Mühlsteine sternförmig oder kreuzweise aufspringen. Das Hafer- und Maiskorn endlich enthält zusammengesetzte Stärkekörner, die durch das Mahlen großentheils zertrümmert werden. Die einzelnen sehr kleinen Körnchen haben eine unregelmäßig viereckige Form und zeigen eine centrale Höhlung. Diese wenigen Bemerkungen werden dem Leser gewiß die Ueberzeugung geben, daß die mikroskopische Prüfung des Mehles die sicherste Methode ist, um zu erfahren, ob ein käufliches Mehl blos aus den Stärkekörnern einer Getreideart, wie es von Rechtswegen der Fall sein soll, besteht, oder ein Gemenge verschiedener Mehlarten ist, wie es gar häufig vorkommt, sowie ob das angebotene Mehl wirklich Roggen- oder Weizenmehl ist und nicht etwa Gersten- oder Hafer- oder Maismehl. Es liegt auch auf der Hand, daß man durch das Mikroskop zugleich alle fremdartigen Beimengungen im Mehle

sofort entdecken kann. Am häufigsten ist Sand von den Mühlsteinen im Mehl, wenn die Steine weich oder die Körner feucht waren*). Bei Gegenwart von vielem Sand knirscht das Mehl oder das daraus gebackene Brot zwischen den Zähnen, und unter dem Mikroskop geben sich die Sandkörnchen in der bereits geschilderten Form zu erkennen.


Fig. 248. Reines Weizenmehl.

Diese in der Regel unverschuldete Beimengung hat für die Gesundheit keinen Nachtheil; häufig aber ist das Mehl und das daraus bereitete Gebäck mit den Sporen der Brand- und Rostpilze oder mit den Zellen des giftigen Mutterkorns vermischt. Die Sporen des Flugbrandes und Rostes können nur zufällig ins Mehl kommen; diejenigen des Schmierbrandes dagegen, sowie die Zellen des Mutterkorns, werden stets im Mehle sein müssen, wenn der betreffende Landwirth aus Unwissenheit, Leichtsinn oder Gewissenlosigkeit es verabsäumte, die von Schmierbrand erfüllten Weizenkörner von den gesunden, und ebenso die Mutterkörner von den eigentlichen Roggenkörnern zu trennen. Befand sich viel Schmierbrand im Weizen, so erhält das Mehl ein mißfarbenes Ansehen und einen unangenehmen Geruch; dagegen verändert das gemahlene Mutterkorn das Roggenmehl nicht wesentlich. Durch das Mikroskop können natürlich die beigemengten Pilzsporen und Mutterkornzellen sofort entdeckt werden, da dieselben ganz anders aussehen als


Fig. 249. Reines Roggenmehl.

* Etwas Sand enthält selbst das beste und reinste Mehl. Doch soll in guten Mühlen das Mehl von 10 Hektolitern Getreide noch nicht 30 Gramm Sand vom Steine bekommen.

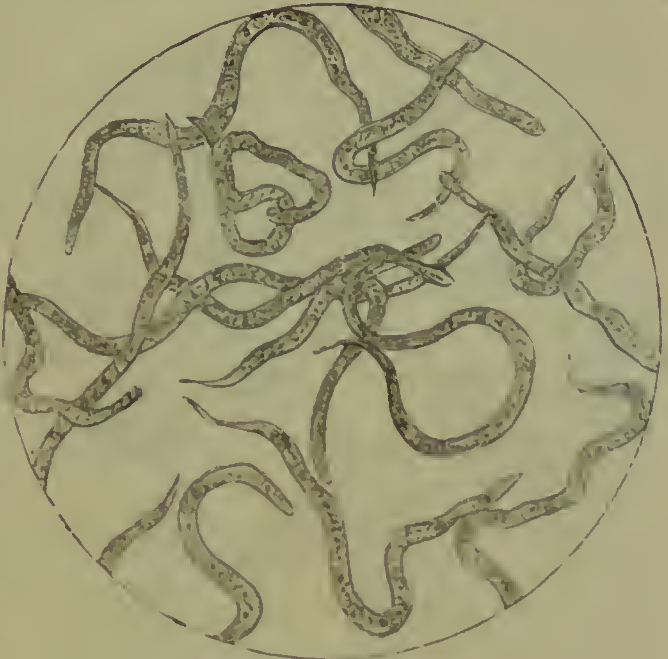
die Stärkekörner des Weizens oder Roggens (s. Fig. 62 und 71). In altem Mehle finden sich nicht selten lebende Thiere. Am häufigsten kommt die Mehlmilbe (Acarus farinae) vor, von welcher Fig. 250 eine 220mal im Durchmesser vergrößerte Abbildung giebt. Sie bevölkert altes, lange gestandenes Mehl oft in ungeheurer Menge; doch dürfte sie nur in solchem Weizen- und Roggenmehl vorkommen, welches mit Erbsen-, Bohnen- oder Linsenmehl verfälscht war, weil dieses Thier vorzugsweise vom Mehl der Hülsenfrüchte zu leben scheint. Ferner finden sich in altem Mehle häufig die madenartigen Räupchen der Mehlmotte (Asopia farinalis), welche mit bloßen Augen bemerkt werden können, und im Weizenmehl ein mikroskopischer Spulwurm (Anquillula tritici), der in den gallenartigen sog. Gichtkörnern seine Entwicklung durchläuft und ohne Verlust seiner Lebenskraft der Austrocknung widersteht (Fig 252).



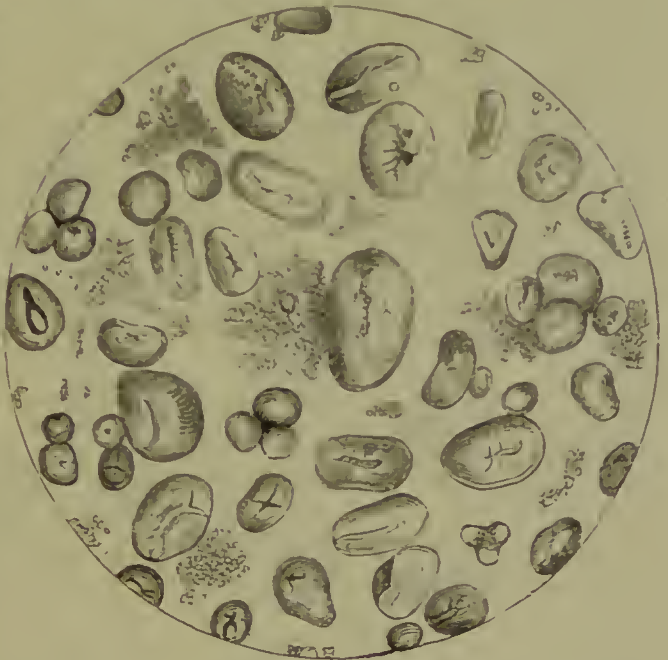
Fig. 250. Mehlmilbe.

Ich komme nun zu den wirklichen Verfälschungen des Mehles. Weizenmehl wird am häufigsten mit anderm Getreidemehl, welches billiger ist, namentlich mit Roggen-, Gersten-, Hafer- und Maismehl versetzt, desgleichen mit Kartoffelmehl. Alle diese Beimengungen lassen sich durch das Mikroskop wegen der bereits geschilderten sehr verschiedenen Form der Stärkemehlkörner jener Getreidearten und der Kartoffeln sofort nachweisen. Ferner wird Weizenmehl mit dem Mehl der Erbsen, Linsen oder Bohnen verfälscht. Dergleichen Mehl hat eine auffallend glänzende Farbe und einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack. Das Mikroskop vermag auch diese Fälschung sofort nachzuweisen, weil die Stärkekörner aller Hülsenfrüchte im Innern eine unregelmäßig verzweigte Höhlung besitzen und daher unter dem Mikroskop einen unregelmäßig verzweigten, sternförmigen Sprung zeigen. Außerdem besteht das Mehl der genannten Hülsenfrüchte neben den großen Stärkekörnern auch noch aus kleinen Kleberkörnern, indem die Zellen des Samens jener Gewächse gleichzeitig Stärke und Klebermehl enthalten (s. oben in Fig. 110 den Durchschnitt von einer Bohne). Fig. 252 zeigt ein Pröbchen Erbsenmehl in 420facher Linearvergrößerung. Auch Kartoffelmehl findet man häufig unter das Weizenmehl gemengt. Daß dieser Betrug, durch welchen Ansehen und Geruch des Weizenmehls nicht verändert wird, durch das Mikroskop ebenfalls leicht entdeckt werden kann, werden meine Leser sofort finden, wenn sie noch einmal Fig. 111 d und f betrachten wollen, wo die die Weizenstärkekörner an Größe weit übertreffenden Stärkemehlkörner der Kartoffel abgebildet sind. Eine noch andere Verfälschung des Weizen- und

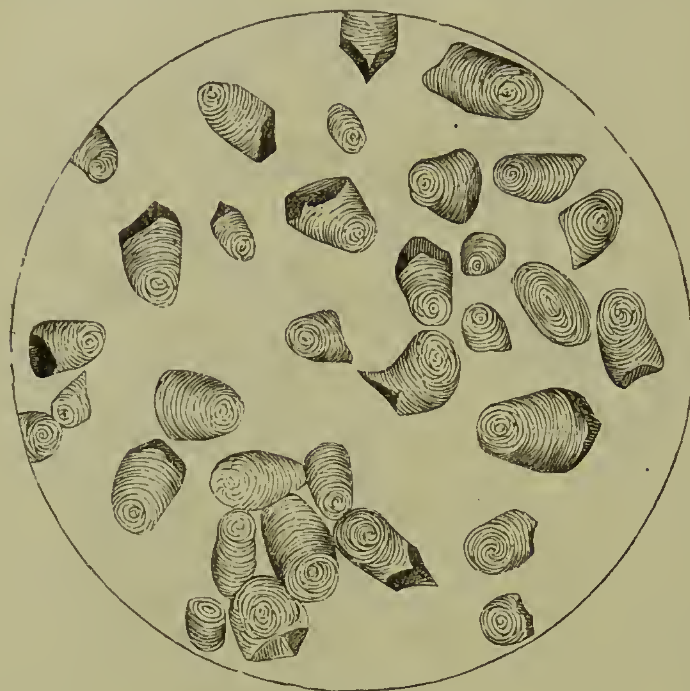
Roggenmehls, durch welche man eine Vergrößerung des Gewichts und der Menge beabsichtigt, besteht in Beimengung von Knochenmehl, Kalkmehl, Gipsmehl, pulverisirtem Kochsalz, weißem Thon: Verfälschungen, welche theils durch den Geschmack, theils durch den Bodensatz, den dergleichen gefälschte Mehle beim Auflösen in Wasser bilden, verrathen werden. Uebrigens würde das Mikroskop auch hier nachweisen, daß im Mehl fremdartige Stoffe sind, wenn es auch nicht möglich wäre, dieselben sofort zu bestimmen.

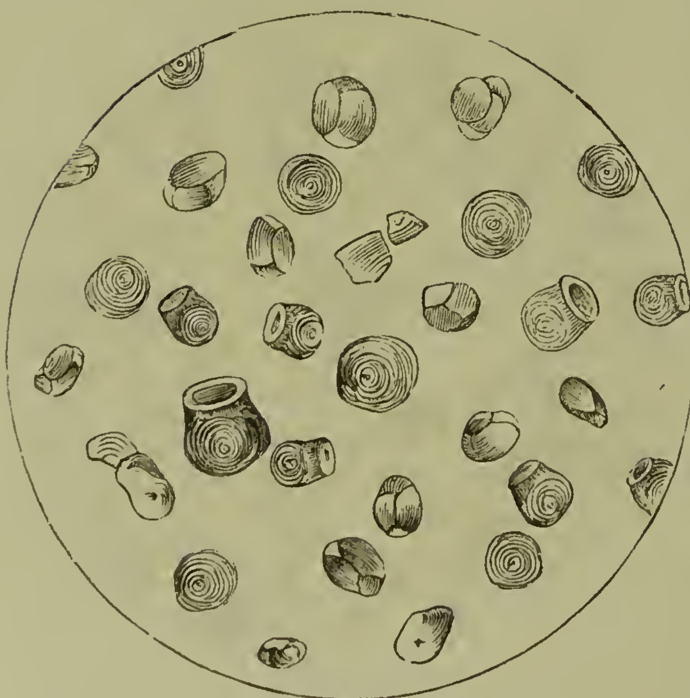

Fig. 251. [illegible]

Unter den mannichfachen Sorten von Gebäcken, welche aus den verschiedenen Mehlarten gemacht werden, nimmt bei uns das Roggenbrot die erste Stelle ein, und nur bei diesem wollen wir hier einen Augenblick verweilen. Ein gutes Brot muß hochgewölbt sein, ohne unter der Rinde große hohle Räume zu haben, muß eine schön braune, weder zu sehr aufgerissene, noch verbrannte Rinde und eine gleichmäßig poröse, elastische, weder bröcklige noch klebrige Krume besitzen, beim Aufschnitt angenehm und kräftig riechen und darf weder fade noch sauer schmecken, auch keine harten, mehligen oder besonders schmeckenden Klümpchen einschließen. Ein solches Brot kann natürlich nur geliefert werden, wenn die verschiedenen Zuthaten, welche zum Mehl genommen werden müssen, nämlich Wasser, Hefen, Sauerteig und Salz, in der gehörigen Menge genommen werden und dieselben gut sind. Hat das Brot die angegebenen Eigenschaften nicht, so muß es als schlecht, ja, enthält die Krume noch Klümpchen von eigenthümlichem


Fig. 252. Erbsenmehl.

Geschmack, als verfälscht bezeichnet werden. Die Verfälschungen des Brotes bestehen theils in der Versetzung des Brotmehles mit Kleie, Hülsenfruchtmehl, Queckenwurzeln, Leinsenmehl, theils in Anwendung künstlicher und schädlicher Gährungsmittel, durch welche zugleich das Gewicht des Brotes erhöht wird, als Alaun, Kupfervitriol, Zinkvitriol, Bleiweiß u. s. w. Da die Betrügereien weniger auf mikroskopischem als auf chemischem Wege zu entdecken sind, so wollen wir uns bei denselben nicht länger aufhalten.


Fig. 253. Echter Sago.


Fig. 254. Kartoffelsago.

Zu den Mehlwaaren müssen auch die Stärke, der Sago und die sogenannten Kraftmehle gerechnet werden, denn alle diese Handelsartikel bestehen aus Stärkemehlkörnern verschiedener Pflanzenarten. Die Stärke besteht aus den Stärkemehlkörnern der verschiedenen Getreidearten, der Hülsenfrüchte oder der Kartoffeln. Für die beste Stärke gilt die Weizenstärke. Das Mikroskop ist das beste Prüfungsmittel, um zu entscheiden, ob eine verkäufliche Stärke aus Weizenstärkemehl oder aus dem Stärkemehl einer andern Getreideart oder aus Kartoffelstärkemehl besteht, oder ein Gemenge von Stärkemehlkörnern verschiedener Getreidearten oder Hülsenfrüchte ist. Wir wollen dabei nicht verweilen, sondern nur die käuflichen Sorten von Sago und Kraftmehl näher kennen lernen. Der echte ostindische Sago wird aus dem weichen, weißen, mit

Stärkemehl erfüllten Mark hergestellt, welches das Innere des Stammes der Sagopalme (Sagus Rumphii) erfüllt. Schlechtere Sorten aber bestehen aus dem Mark der Cycas revoluta und C. circinnata, palmenartigen Gewächsen Ostindiens, China's und Neuhollands. Ein Pröbchen von dergleichen echtem Sago (Perlsago) in pulverisirtem Zustande zeigt Fig. 253 in 240maliger Linearvergrößerung. Solcher echter Sago gelangt höchst selten bis zu uns. Gewöhnlich ist der bei uns käuflich zu habende Sago, auch wenn er die Firma des echten ostindischen Sagos trägt, aus Kartoffelmehl bereitet und besteht daher aus Kartoffelstärkemehlkörnern, welche bekanntlich ganz anders aussehen, als jene Palmenstärkemehlkörner. Fig. 254 zeigt ein Pröbchen von dergleichen Kartoffelsago in pulverisirtem Zustande, 240 mal im Durchmesser vergrößert. Der Kartoffelsago muß selbstverständlich viel billiger sein, als der Palmensago. Wird ersterer folglich als echter, ostindischer Sago verkauft, so ist dies als Fälschung oder Betrug zu bezeichnen.

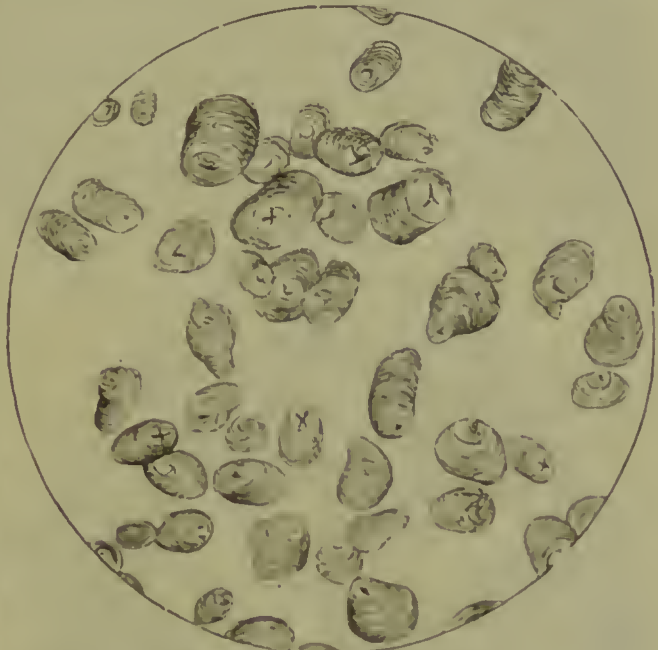


Fig. 255. Maranta Arrow root.

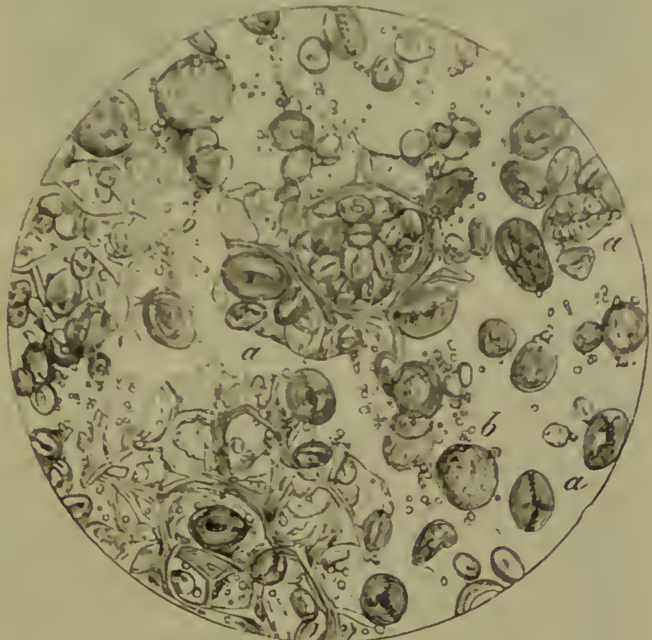
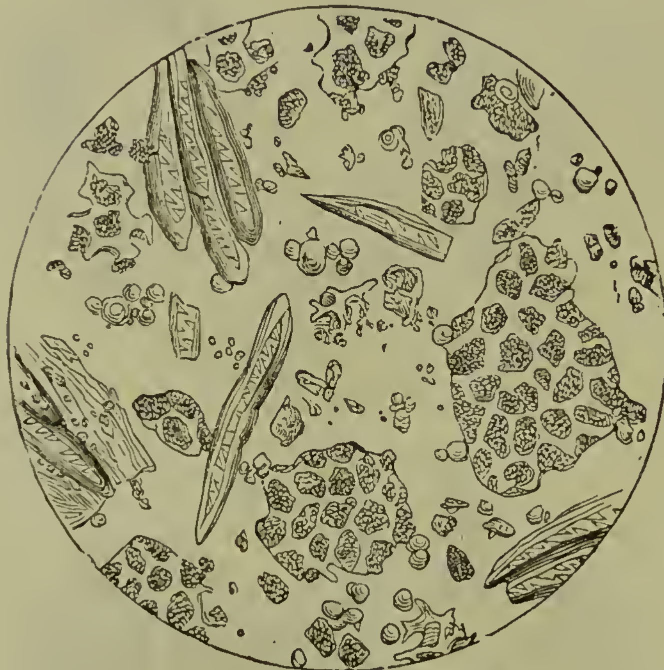


Fig. 256. Revalenta arabica.

Unter „Kraftmehl" versteht man das Stärkemehl verschiedener Wurzeln der heißen Zone, welches im Rufe sehr großer Nährkraft steht und deshalb von den Aerzten schwächlichen Personen und Kindern als leicht verdauliches und kräftigendes Nahrungsmittel verordnet zu werden pflegt. Das berühmteste Kraftmehl war früher das unter dem englischen Namen Arrow-root in den Handel kommende amerikanische Kraftmehl, welches ursprünglich aus den Wurzeln der Pfeilwurz, Maranta arundinacea, einer in Westindien und Südamerika wachsenden

Pflanze, gewonnen wurde. Nach und nach wurden dann andere Sorten von Arrow-root nach Europa gebracht unter den Namen Curcuma-Arrow-root oder Ticor, Tacca-Arrow-root, Tapioca-Arrow-root und Arum-Arrow-root, welche aus den knolligen Wurzeln theils ostindischer (Curcuma longa und angustifolia), theils südamerikanischer (Jatropha Manihot, die Tapiocapflanze) theils auf den Südsee-Inseln wachsender (Tacca oceanica und pinnatifida), theils einheimischer Pflanzen (Arum maculatum) gewonnen werden. Jedoch hat die Maranta-Arrow-root immer für die beste Sorte gegolten, weshalb die andern minder geschätzten Sorten häufig unter diesem Namen verkauft werden.


Fig. 257. Kaffeesatz von reinem Kaffee.

Das echte Marantamehl, wovon Fig. 255 eine Probe in 220facher Linearvergrößerung darstellt, bildet mit heißem Wasser keinen Kleister, sondern einen gleichmäßigen Schleim und unterscheidet sich dadurch von dem Kartoffelmehl, dessen Körnern die seinigen ziemlich ähnlich sind, abgesehen von den sternförmigen Sprüngen, welche man häufig an ihnen bemerkt.

Die Spekulation der Neuzeit hat nun nicht allein vielfache Verfälschungen der sogenannten Arrow-root-Sorten, sondern auch künstliche Kraftmehle erdacht und diese unter einem fremdländischen Titel als diätetische Heilmittel gegen alle erdenklichen chronischen Krankheiten angepriesen. Die größte Berühmtheit hat unter diesen künstlichen Kraftmehlen, deren Preis durchgängig sehr hoch zu sein pflegt, Dr. Barry's Revalenta arabica erlangt, welche beim Publikum lange Zeit in großer Gunst gestanden hat, bis vor einigen Jahren auf mikroskopischem und chemischem Wege nachgewiesen wurde, daß dieses Kraftmehl nichts sei als ein Gemenge — von Linsenmehl mit etwas Gerstenmehl, Hafermehl, Maismehl und ein wenig Salz. Fig. 256 zeigt eine Probe solcher Revalenta 220mal im Durchmesser vergrößert (a ist Linsenmehl, zum Theil noch in den Zellen; b Gerstenmehl; die kleinen Körnchen sind Klebermehlkörner aus den Linsenzellen). Da ein Kilogramm dieser Revalenta bei uns schon nicht weniger als 8 Franken oder 6 Mark 40 Pf. kostete, zur Herstellung derselben aber nur jene außerordentlich billigen Mehlsorten verwendet werden, so liegt es auf der Hand, daß das Publikum von den Fabrikanten der Revalenta, die neuerdings unter dem Namen „Revalesciere" wieder auf den Markt gebracht wird, auf das Gröblichste betrogen worden ist. Dasselbe gilt von allen übrigen künstlichen Kraftmehlen, welche unter den Namen Ervalenta, Semolina, Solanta, Racahout

des Arabes, Polamoud des Turcs u. a. m. in den Handel gekommen sind; denn sie alle sind nur Gemenge der billigsten Getreide- und Hülsenfruchtmehle. Allerdings besitzen dieselben mehr Nährkraft, als die Arrow-root Sorten, weil diese nur aus Stärkemehl, jene dagegen auch mit aus Klebermehl bestehen. Die Ansicht der Laien wie auch vieler Aerzte, daß kleine schwächliche Kinder, welche die Kuhmilch nicht vertragen, oder von Kräften gekommene Kranke durch Arrow root Schleim ernährt werden und wieder zu Kräften gelangen könnten, ist eine durchaus irrthümliche. Denn die Stärkemehlkörner können, weil sie nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, aber des Stickstoffs entbehren, nicht zur Blutbereitung verwendet werden, und daher müßten Personen, welche nur Stärkemehl als Nahrung erhalten, endlich geradezu verhungern.

Wir wollen noch einen Blick auf diejenigen Kolonialwaaren werfen, welche im Haushalte einer jeden Familie am meisten gebraucht werden. Dahin gehören sicher Kaffee und Zucker; außerdem wollen wir aber noch Thee und Chokolade in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen. Wer Kaffee in rohem Zustande (grüne Bohnen) oder geröstete, aber ganze Kaffeebohnen kauft, kann zwar in Bezug auf die Sorte, welche er verlangt, betrogen werden und überdies schlechten anstatt guten Kaffee erhalten; er wird aber niemals verfälschten Kaffee bekommen. Dagegen wird der geröstete und gemahlene Kaffee, besonders solcher, welcher gleich in Packeten verpackt von den Kolonialwaarenhändlern und Krämern feil geboten zu werden pflegt, auf die verschiedenartigste Weise verfälscht, indem man dem meist sehr fein gemahlenen Kaffee andere werthlose Pflanzenstoffe, welche im gerösteten Zustande einen kaffeeähnlichen Geschmack haben, beimengt. Die gewöhnlichsten Verfälschungen des gemahlenen Kaffees bestehen in Zusatz von Pulver gerösteter Cichorien-, Möhren- oder Runkelrübenwurzeln, Eicheln, Weizen- oder Gerstenkörner. Daß gemahlener Kaffee verfälscht sei, kann man allerdings leicht am Geschmack des daraus bereiteten Getränks erkennen; womit er aber verfälscht ist, darüber kann blos, oder wenigstens am schnellsten, die mikroskopische Untersuchung des Kaffeesatzes entscheiden. Der Bodensatz von reinem Kaffee darf nur aus den durch das Kochen ausgezogenen Zellen der Kaffeebohne bestehen, welche so charakteristisch geformt sind, daß sie schon bei schwacher Vergrößerung leicht erkannt werden können (s. Fig. 257, wo eine Probe reinen Kaffeesatzes in

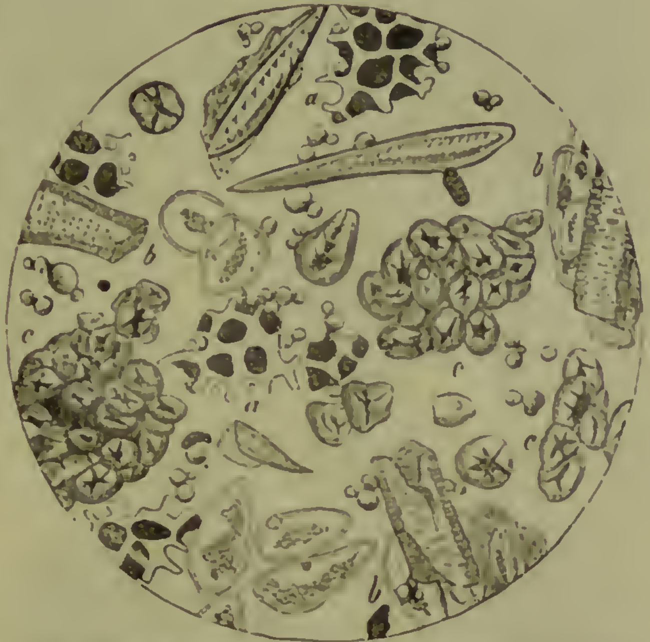


Fig. 258. Kaffeesatz von mit Cichorien- und Eichelpulver verfälschtem Kaffee.

140facher Linearvergrößerung dargestellt ist). Die Kaffeebohne besteht nämlich aus sehr dickwandigen, eckigen Zellen, welche eine feinkörnige Masse und einige Fettkügelchen enthalten, die beim Rösten, wobei jene Zellen zerreißen, das aromatische Oel bilden, welches dem Kaffee seinen Wohlgeruch und Wohlgeschmack verleiht. Diese dickwandigen Zellen werden durch das Kochen wenig verändert und erscheinen noch nachher mit einer dunklen körnigen Masse erfüllt. Jede Kaffeebohne besitzt nun aber noch eine äußere Umhüllung der Haut, welche aus einer fein gestreiften Membran und darauf gruppenweise gelagerten, langgestreckten, oft spindelförmigen, sehr dickwandigen Zellen besteht. Alle diese Zellenformen müssen im Bodensatz des Kaffees vorhanden sein, wenn derselbe unverfälscht war. Als Beweis dafür, wie ganz verschieden der Bodensatz von verfälschtem Kaffee aussieht, und wie leicht es ist, mit dem Mikroskop die Verfälschungen nachzuweisen, mag Fig. 258 dienen, wo ein Pröbchen Bodensatz von mit Eichorien- und Eichelpulver verfälschtem Kaffee in derselben Vergrößerung wie Fig. 257 abgebildet ist. (a sind Kaffeezellen, b Eichorienzellen, c Gruppen von Stärkemehlkörnern der Eichel.)



Fig. 259. Blätter der Theepflanze.

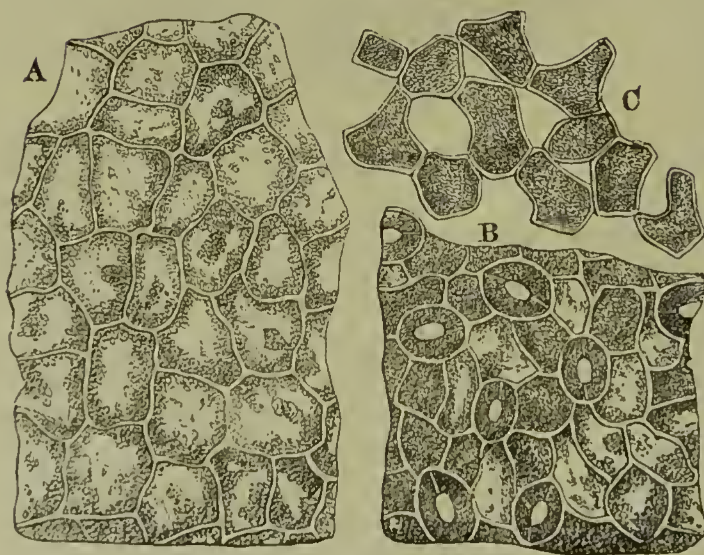


Fig. 260. Theilchen echter Theeblätter aus Theesatz.

Noch viel mehr als der Kaffee wird der chinesische Thee verfälscht. Abgesehen von den vielfachen Betrügereien, welche die Chinesen selbst, sei es durch

Beimengung von Blättern anderer Pflanzen (z. B. Kamellienblätter), sei es durch Färben des Thees mit verschiedenen zum Theil der Gesundheit nachtheiligen Farbstoffen*), begehen, wird der aus China nach Europa gebrachte Thee euch von den europäischen Händlern und Verkäufern durch Zusatz von getrockneten und zusammengerollten Blättern verschiedener Bäume, Sträucher und Pflanzen (Pappel-, Eichen-, Weiden-, Platanen-, Buchen-, Ulmen-, Hagedorn-, Schlehen-, Hollunder-, Erdbeerblättern) verfälscht, so daß manchmal kaum der vierte oder dritte Theil aus wirklichen Theeblättern besteht. Da durch das Kochen die zusammengerollten Blätter wieder entfaltet werden, so kann man alle jene fremdartigen Beimengungen entdecken; denn die Blätter der genannten Pflanzen sehen sammt und sonders ganz anders aus, als die Blätter des echten Thees (Thea chinensis), von welchen Fig. 259 vier in verschiedenen Altersstufen und in natürlicher Größe zeigt. Eine andere Fälschung des Thees besteht darin, daß man bereits einmal gebrauchte, also ausgekochte Theeblätter wieder zusammenrollt, trocknet und pulverisirtes Katechuharz hinein thut, um ihnen den durch das Kochen oder Aufbrühen verloren gegangenen Gehalt an Gerbsäure wieder zu geben. Alle diese Verfälschungen mögen noch angehen: man hat aber in neuerer

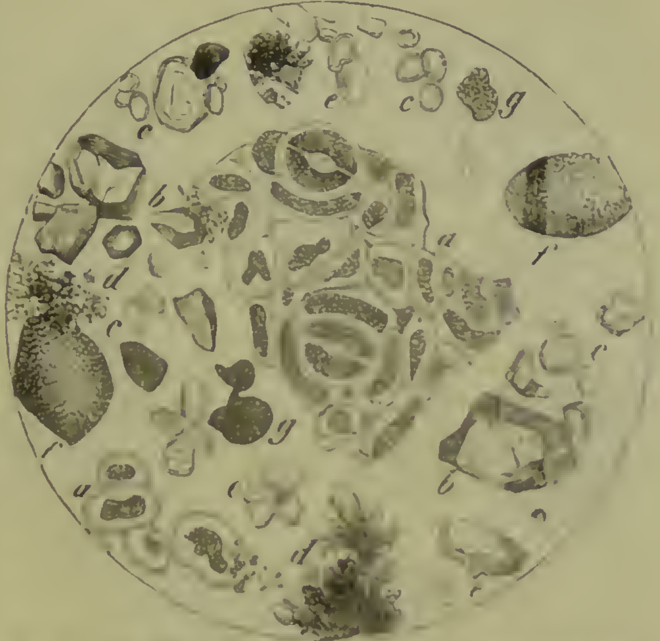


Fig. 261. Verfälschter The[illegible] Theeblättern.

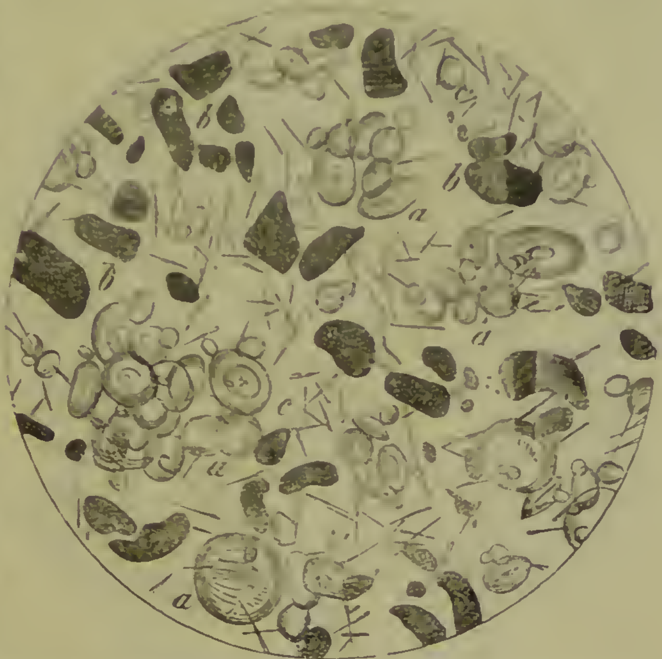


Fig. 262. Verfälschtes Theepulver ohne jede Spur von echtem Thee.

*) So ist aller „grüner Thee" mit Berlinerblau gefärbt, wie zuerst der englische Botaniker Fortune, welcher Jahre lang in den Theedistrikten China's verweilte, beobachtet hat.

Zeit „Theepulver" unter verschiedenen Benennungen in den Handel zu bringen angefangen (besonders von England aus), welche entweder größtentheils oder ganz und gar aus Stoffen bestehen, die mit dem Thee nichts gemein haben. Um die, zum Theil schädlichen, ja geradezu giftigen Stoffe, welche in solchen Theepulvern vorkommen, aufzufinden und zu bestimmen, folglich die Verfälschungen zu entdecken und zu beweisen, ist das Mikroskop wieder ein vortreffliches Mittel. Ist das Theepulver wirklich echt, d. h. besteht es aus pulverisirten Theeblättern, so muß nach dem Aufguß der Bodensatz aus Gruppen zusammenhängender Zellen der zerstörten Theeblätter bestehen. Und zwar bestehen die Theeblätter aus dreierlei Zellenformen, indem sowol die Oberhaut der obern und untern Blattfläche als auch das zwischen den beiden Häuten liegende chlorophyllhaltige Parenchym aus eigenthümlich geformten Zellen zusammengesetzt ist. Fig. 260 zeigt die drei verschiedenen Zellenformen aus Bruchstücken echter Theeblätter in 350facher Linearvergrößerung. (A sind die Zellen der obern, B die der untern Oberhaut, C die chlorophyllhaltigen Parenchymzellen.) In Fig. 261 und 262 sind im Gegensatz dazu Proben von zwei gefälschten Theepulversorten eben so stark vergrößert abgebildet und zwar in Fig. 261 ein Theepulver, welches aus Fragmenten von Theeblättern (a), Sand (b), Stärkemehlkörnern (c) wahrscheinlich einer Getreideart, Gruppen von Reißblei (d), Theilen einer glimmerartigen

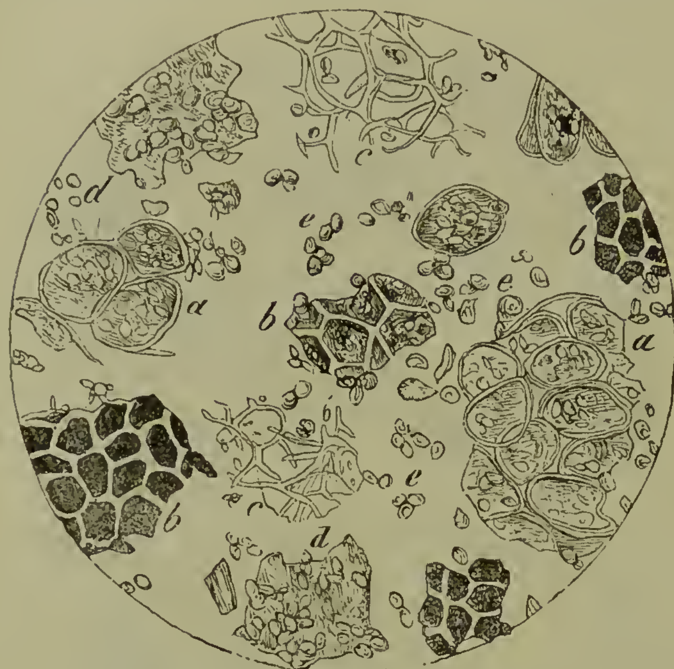


Fig. 263. Echtes Chokoladenpulver.

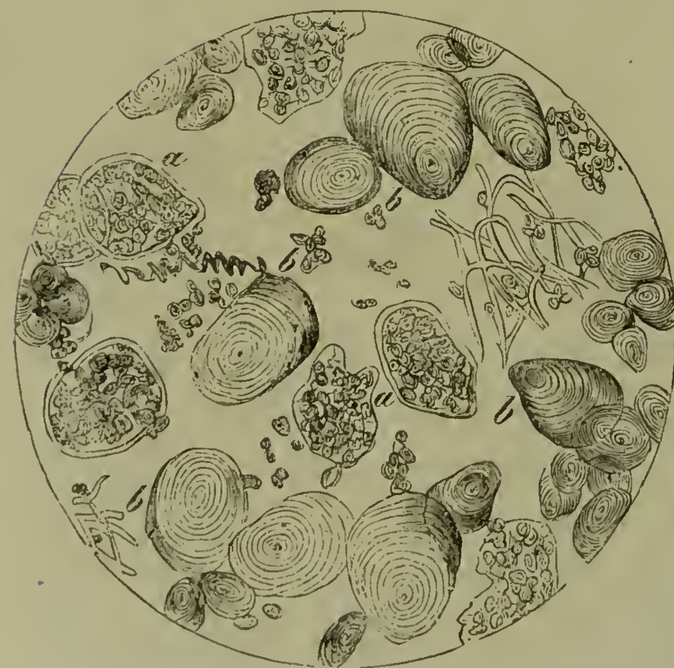


Fig. 264. Chokoladenpulver mit Kartoffelmehl.

Substanz (e), Zellen von Curcuma (f), und Bruchstücken von Indigo (g) besteht; in Fig. 262 ein sogenanntes Theepulver, welches gar keinen Thee enthält, sondern aus Weizenstärke (a), Bruchstücken von Katechuharz (b) und den im Katechuharz (c) vorkommenden Krystallnadeln zusammengesetzt ist. Das in Fig. 261 abgebildete Theepulver hat man zur Nachahmung von sogenanntem „Kaperthee“ oder „Gunpowderthee“ verwendet, worunter man einen in Form harter Körner in den Handel kommenden Thee versteht, welchen die Chinesen durch Zusammenkleben von Staub verschiedener Theesorten mittels Gummi bereiten.



Fig. 265. Feiner Leinenbatist.



Fig. 266. Feiner Baumwollenbatist.

Die Verfälschungen des **Zuckers** sind durch das Mikroskop nicht so leicht nachzuweisen, und deshalb wollen wir bei denselben nur kurze Zeit verweilen. Wer blos festen Zucker (Zuckerhüte) kauft, läuft am wenigsten Gefahr betrogen zu werden, weil der krystallisirte Zucker nicht leicht verfälscht werden kann. Wer dagegen den sogenannten „Krümelzucker“ (Traubenzucker) und Farinzucker kauft (viele Hausfrauen ziehen diese Zuckersorten dem festen Hutzucker vor) oder pulverisirten Zucker, wie er in England überall verkauft wird, der muß gewärtig sein, Zucker zu erhalten, welcher nur zum Theil aus wirklichem Zucker und großentheils aus fremdartigen Stoffen besteht. Am häufigsten wird solchem

krümlichen Zucker und dem Zuckerpulver zerstoßener oder gemahlener Kalk, Gips und Sand zugesetzt, um sowol die Menge als das Gewicht des Zuckers zu vermehren. In altem Farinzucker kommen auch häufig Gährungspilze und Milben einer besonderen, sehr häßlichen Art vor (die Zuckermilbe Acarus sacchari). Dasselbe Thier findet sich auch oft in Unzahl in dem weißen Zuckerbeschlag der getrockneten Feigen und der Rosinen. Desgleichen enthält der Sirup mancherlei Unreinigkeiten und mikroskopische Thiere, auch ist derselbe vielfachen Verfälschungen unterworfen.

Die Chokolade spielt zwar in Deutschland keine so hervorragende Rolle, wie in manchen andern Ländern (z. B. in Spanien), doch ist sie unleugbar ein wichtiger Handelsartikel, welcher unsere Beachtung um so mehr verdient, als derselbe auf die verschiedenste Art und Weise verfälscht wird. Die Chokolade wird so bereitet, daß man geschälte Kakaobohnen (die Samen von Theobroma Cacao, eines im tropischen Amerika wild wachsenden Baumes) zwischen heißen Walzen zu Brei zerreibt, demselben Zucker und Gewürze, namentlich Vanille, beimengt und ihn dann in Blechformen drückt und erstarren läßt. Gute, d. h. reine, unverfälschte Chokolade muß demnach in der Hauptsache aus den verschiedenen Zellen (und deren Inhalt) bestehen, welche in der Kakaobohne und der Schale (dem Fruchtgehäuse), von welcher die Bohnen umhüllt werden, und die sehr häufig mit zur Fabrikation der Chokolade verwendet wird, vorkommen. Die Bohne selbst ist aus rundlichen, mit kleinen Stärkemehlkörnern vollgepfropften und Oeltröpfchen enthaltenden Zellen zusammengesetzt, während die Schale theils aus in einander eingekeilten, den Holzzellen ähnlichen Zellen, theils aus großen blasigen, schleimhaltigen Zellen und zwischen denselben sich hindurch erstreckenden Bündeln von Spiralgefäßen besteht. Reste und Gruppen aller dieser Zellen findet man nun in jeder echten Chokolade und daher auch in dem jetzt so beliebten Chokoladenpulver, sobald dasselbe echt ist, d. h. nur aus zerriebenem Chokoladenbrei und etwas Mehl besteht. Fig. 263 zeigt eine Probe von echtem und zwar nur aus den Kakaobohnen, ohne Zusatz der Hülse, bereitetem Chokoladenpulver in 220maliger Linearvergrößerung (a Zellen der Bohne, b Theile der Membran, welche die Bohne umhüllt, c Zellen von der Keimstelle in der Bohne, d e freie Stärkemehlkörner aus den Bohnenzellen). Ganz anders erscheint unter dem Mikroskop bei Anwendung derselben Vergrößerung ein mit Kartoffelstärke oder Sagomehl, Arrow-root, Reismehl und dgl. verfälschtes Chokoladenpulver, indem alle diese Stärkemehlsorten aus viel größeren Körnern bestehen, als das Stärkemehl der Kakaobohne. Der geehrte Leser wird sich davon überzeugen, wenn er Fig. 264 betrachten will, welche eine Probe von mit Kartoffelmehl gefälschtem Chokoladenpulver darstellt (a Zellen, Stärkemehl und Spiralgefäße der Kakaobohne, b Kartoffelmehl). Daß man feste Chokoladenmasse ebenfalls einer mikroskopischen Prüfung unterwerfen kann, indem man dieselbe zerreibt, bedarf wol kaum der Erwähnung. Immer wird auch hier die mikroskopische Untersuchung die leichteste und sicherste Methode sein, um etwaige Verfälschungen zu entdecken und nachzuweisen, mit welchen Stoffen die Chokolade versetzt ist.

Verfälschung von Bekleidungsstoffen.

Zu diesen gehören unstreitig die Leinen-, Baumwollen-, Schafwollen- und Seidenstoffe. Es ist bekannt, wie selten echte reine, d. h. nur

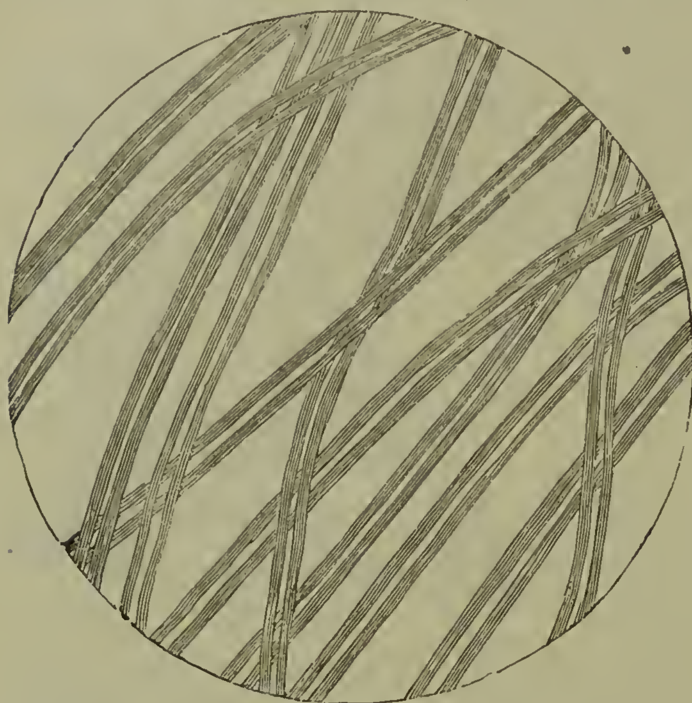
aus Leinenfäden gewebte Leinwand, echte Schafwollen- und Seidenstoffe zu bekommen sind, wie häufig die unter dem Titel echter Leinwand in den Handel kommende Leinwand mit Baumwolle verfälscht ist, weil Baumwollengarn viel billiger ist als Leinengarn. Aus demselben Grunde verfälscht man die Schafwollen- und Seidenstoffe mit Baumwolle. Aber auch Schafwolle und Seide wird zu Verfälschungen benutzt, nämlich bei Geweben, welche aus Stoffen bestehen, die theurer als Schafwolle und Seide sind. Ein dergleichen Gewebe ist z. B. der Kaschmir, welcher aus den Haaren der Tibetziege gewebt wird. Da diese Haare einen sehr hohen Preis haben, so müssen selbstverständlich Kaschmirgewebe (Kaschmirschals) so theuer sein, daß billige Kaschmirschals niemals echt sind. Nur zu häufig aber werden


Fig. 276. Hanffaser.

unechte, d. h. mit Schafwolle und Flockseide verfälschte Schals als echte zu eben so hohen Preisen wie die echten verkauft. Auch die aus Kameelhaaren verfertigten Stoffe werden häufig durch Zusatz der billigeren Schafwolle verfälscht. Auch diese Betrügereien können vor dem Richterstuhle des Mikroskops nicht bestehen, und es ist die mikroskopische Prüfung die einfachste und sicherste Methode, um alle jene Verfälschungen nicht blos zu entdecken, sondern auch mit Gewißheit bestimmen zu können, was für Webstoffe demjenigen, aus dem die Waare angeblich bestehen soll, beigemengt sind. Meine Leser werden sich von der Wahrheit dieser Behauptung überzeugen, wenn sie die nebenstehenden mikroskopischen Abbildungen verschiedener Gewebe und Gewebfäden betrachten wollen. Fig. 265 zeigt ein Stückchen reiner und fester Leinwand (Leinenbatist) Fig. 266 ein dergleichen Baumwollenbatist in 100facher Linearvergrößerung. Der freundliche Leser wird daraus ersehen, daß die Leinenfasern (die Bastzellen des Flachsstengels) quergestreift, gleichsam gegliedert sind (jeder Faden von Leinengarn besteht aus einer großen Anzahl von verschlungenen Leinenfasern, wie aus der Abbildung deutlich erhellt), während


Fig. 268. Schafwolle.

die Baumwollenfasern (die Haare, welche sich an den Samen der Baumwollenpflanze befinden und die Fächer der Fruchtkapseln jener Pflanze ausfüllen) lange, ungegliederte, flachgedrückte, bandartige und meist um ihre eigene Achse gedrehte Zellen sind. (Auch in Baumwollengeweben besteht jeder Faden aus vielen verschlungenen Baumwollenfasern oder Haaren.) Es liegt auf der Hand, daß es sehr leicht sein muß, unter dem Mikroskop die Flachsfasern von den Baumwollenfasern zu unterscheiden, wenn sie mit einander vereinigt in einem und demselben Gewebe vorkommen. Bei Prüfung von Leinwand auf ihre Echtheit thut man gut, zunächst einige Fäserchen von dem Gewebe auszuzupfen, und dieselben, nachdem man sie auf ein Objektivglas gelegt, mit einem Tropfen Wasser angefeuchtet und durch ein Deckelgläschen festgedrückt hat, wodurch sie klar und durchsichtig werden, unter Anwendung von 100- bis 200facher Linearvergrößerung zu betrachten. Dies wird namentlich bei gröberen Leinwandsorten die beste Methode sein, während man bei sehr feinen Sorten ganze Stückchen unter das Mikroskop bringen kann. Auch die aus Hanf gewebten Stoffe (Segeltuch, Stricke, Taue, u. dgl.) werden verfälscht, und zwar durch Zuthat von Leinengarn, weil dieses billiger ist als Hanfgarn. Auch diese Mischung kann man unter dem


Fig. 269. Seide.

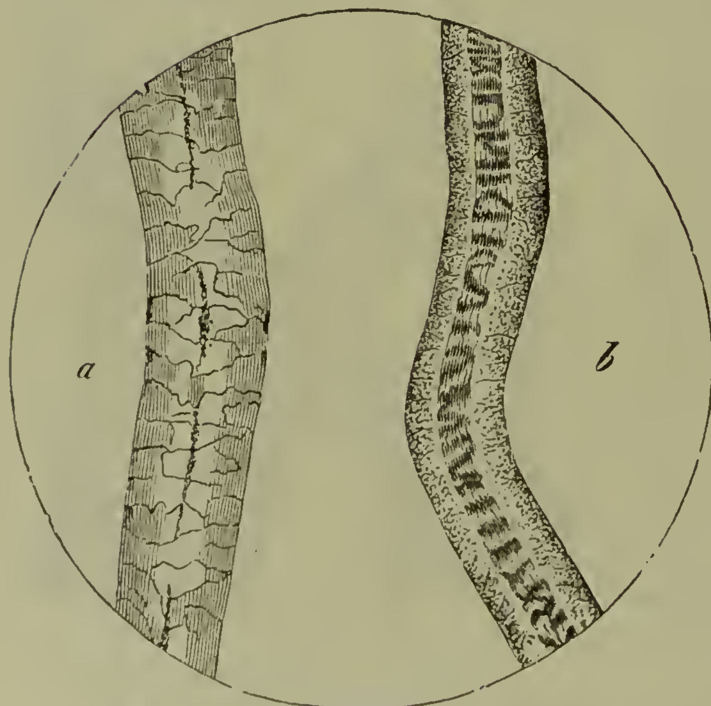


Fig. 270. Kameelhaar und Haar der Tibetziege.

Mikroskop leicht erkennen, da die Hanffaser ganz anders aussieht, als die Flachsfaser (s. Fig. 267, wo einige Hanffasern 400mal vergrößert abgebildet sind). Eben so leicht ist es, durch das Mikroskop echte Schafwollen- oder Seidenstoffe von mit Baumwolle verfälschter Schafwolle oder Seide zu unterscheiden, denn die Haare der Schafwolle und eben so die Seidenfäden sehen ganz anders aus, als die Baumwollenfasern, wie die beigedruckten, stark vergrößerten Abbildungen einzelner Schafwollhaare (Fig. 268) und Seidenfäden (Fig. 269) zur Genüge beweisen. Endlich zeigt Fig. 270, wo bei a ein Kameelhaar, bei b ein Haar der Tibet- oder Kaschmirziege in blos 100facher Linearvergrößerung abgebildet ist, daß es auf dem Wege der mikroskopischen Prüfung nicht sehr schwer fallen kann, auch die Verfälschungen der Kameelhaar- und Kaschmirstoffe sicher zu erkennen und zu unterscheiden.

Noch wollen wir zwei Methoden angeben, durch welche es möglich ist, ohne Mikroskop zu bestimmen, ob ein Gewebstoff aus vegetabilischen Fasern oder aus animalischen (Wolle, Haaren, Seide) besteht, wenn man darüber im Zweifel sein sollte. Wenn nämlich eine Probe des zu prüfenden Stoffes, in einem mit Kork verschlossenen Probirgläschen über einer Spiritusflamme erhitzt, Dämpfe ausstößt, welche beim Herausziehen des Korkes ein über die Oeffnung gehaltenes Streifchen von rothem Lackmuspapier blau farben, so besteht das Gewebe aus thierischem Stoffe, denn alle Thierstoffe entwickeln beim Erhitzen ammonialalische Dämpfe, und diese bläuen stets rothes Lackmuspapier; wird dagegen blaues Lackmuspapier durch die aus dem Probirgläschen ausströmenden Dämpfe roth gefärbt, so ist das betreffende Gewebe aus Pflanzenfasern verfertigt, weil alle Pflanzenstoffe beim Erhitzen saure Dämpfe von sich geben und diese das blaue Lackmuspapier röthen. Eine zweite Methode, welche namentlich dazu geeignet ist, um bei mit Baumwolle verfälschten Schafwollstoffen die Menge der beigemengten Baumwolle zu bestimmen, besteht darin, daß man von dem zu prüfenden Gewebe ein genau abgemessenes Stückchen in Quadratform ausschneidet, die Fäden des Einschlags und der Kette vorsichtig herauszieht (es aufdrieselt) und dieselben einzeln verbrennt. Alle pflanzlichen Fäden, folglich auch die Baumwolle, verbrennen mit lebhafter Flamme, ohne irgend einen Rückstand zu hinterlassen, wobei sie den bekannten Geruch nach verbrannter Leinwand verbreiten; alle thierischen Fäden aber (Wolle, Haare, Seide) brennen schlecht, bilden sehr bald am angezündeten Ende eine schwammige Kohle, welche dem weitern Fortglimmen ein Ziel setzt, und entwickeln dabei den charakteristischen, sehr penetranten Geruch nach verbranntem Horn.

Verfälschung von Gewürzen und Arzneistoffen.

Auch diese Stoffe sind häufigen Verfälschungen von Seiten gewissenloser Spekulanten unterworfen worden. Wir heben zum Schluß einige der wichtigern hervor, da sie bereits allgemein Eingang in die Hausapotheke gefunden haben. Die Ingwerpflanze (Zingiber officinale) ist in den Tropengegenden Asiens, Amerika's und von Sierra Leone einheimisch und hat an ihrem Wurzelstocke ästige, gegliederte Knollen, welche einzeln, etwas flach gedrückt und beinahe handförmig im Aeußern, als sogenannte Ingwerklauen in den Handel kommen und theils als Gewürz zu Speisen gebraucht, theils kandirt als Leckerbissen

genossen werden, theils in der Medizin eine nicht ungewöhnliche Verwendung erlangt haben. Je nach der ersten Behandlung der frischen Wurzelknollen unterscheidet man im Handel weißen und schwarzen Ingwer; der erstere stellt diejenigen Knollen vor, welche sorgfältig gereinigt, abgeschält und an der Sonne getrocknet wurden; der letztere, welcher richtiger brauner Ingwer genannt werden sollte, ist nur in kochendem Wasser abgebrüht und infolge dessen weniger rein und kraftvoll. Die Knollen haben einen eigenthümlichen starken und angenehmen Geruch und Geschmack; die beste Qualität muß ohne Oberhaut, von heller, blasser Strohfarbe, weich und mehlig im Gewebe, von kurzem Bruche sein und einen röthlichen harzigen Rand im Umfange zeigen, wenn man die Knollen durchschneidet; der Geschmack soll heiß, beißend, aber aromatisch sein. Die schlechtere Sorte hat noch ihre Oberhaut, ist weniger voll, oft zusammengezogen und stark gerunzelt, von dunkler Farbe, meist hellbraun, von hartem, holzigem Gewebe, oft sogar steinig, aber mürbe, leicht zerbrechlich oder wurmstichig und von geringerem aromatischen Geschmacke. Der Jamaika-Ingwer wird allen übrigen vorgezogen; er muß von blasser Farbe sein, aber eine weiche Konsistenz besitzen.

Das Mikroskop gestattet eine klare Einsicht in die charakteristische Struktur des Ingwer. Die äußere Haut oder Epidermis, welche eine gute Sorte nicht mehr besitzen soll, besteht aus verschiedenen Lagen breiter, eckiger und durchsichtiger Zellen, in welcher hier und da Oelkügelchen von verschiedener Größe sich befinden, die meist dunkelgelb erscheinen. Dazwischen liegen andere, dunkelgelbe Zellen, deren größere oder geringere Menge die äußerliche Farbe des Ingwers bestimmen. Außerdem liegen unter der Epidermis größere Krystalle. Wenn die Oberhaut weggenommen ist, wie man dies bei allen bessern Sorten antrifft, so kommt man auf ein Zellgewebe, das große Stärkekörnchen einschließt. Außerdem laufen der Länge nach durch den Knollen Gefäßbündel, die getüpfelte Röhrenzellen erkennen lassen.

Der Ingwer kommt gewöhnlich in gepulvertem Zustande im Handel vor, und in England gelangt er fast nie anders in die Haushaltungen. Um nun solches Pulver prüfen zu können und um zu erkennen, ob wirklich Ingwer darin ist, muß man sich vor Allem Kenntniß der Formenbestandtheile verschaffen, die jedoch in gepulvertem Zustande durch einander gemengt sind. Wir geben in Fig. 271 das Bild eines echten Ingwerpulvers, 140mal vergrößert, wobei man die aus den obigen Auseinandersetzungen bereits bekannten Formcharaktere durch einander geworfen wiederfindet. Um sich nicht durch Verfälschungen täuschen zu lassen, hat man beim Einkaufe ganzer Knollen zuvörderst darauf zu achten, daß sie die Eigenschaften zeigen, welche oben als die Merkmale der besseren Sorte bezeichnet worden sind. Da die Knollen leicht der Zerstörung durch ein Insekt ausgesetzt sind, so pflegt man dieselben oft mit Kalk abzureiben oder auch in Kalkwasser zu waschen; ist dies Letztere geschehen, so nennt man die Knollen in der Handelssprache weiß gewaschen; man versteht darunter aber auch diejenigen, welche mit Chlorkalk gebleicht sind oder Schwefeldämpfen ausgesetzt wurden, um sie in der äußern Färbung einer bessern Qualität ähnlich zu machen. Alte und wurmstichige Knollen werden häufig mit Lehm und Kreide überstrichen und dann abgerieben, damit sie ein besseres Ansehen erhalten. Es ist daher nicht rathsam, Knollen zu kaufen, die auffallend weiß sind, oder anhängende Kalkspuren tragen, oder die nicht ihren natürlichen gelblichen Anflug haben.

Fig. 271 stellt also echtes Ingwerpulver durch das Mikroskop vergrößert dar. Bei a sieht man die Stärkezellen, bei b die freie Stärke, bei c die der Curcuma ähnlichen Zellen, bei d die Gefäßbündelreste.

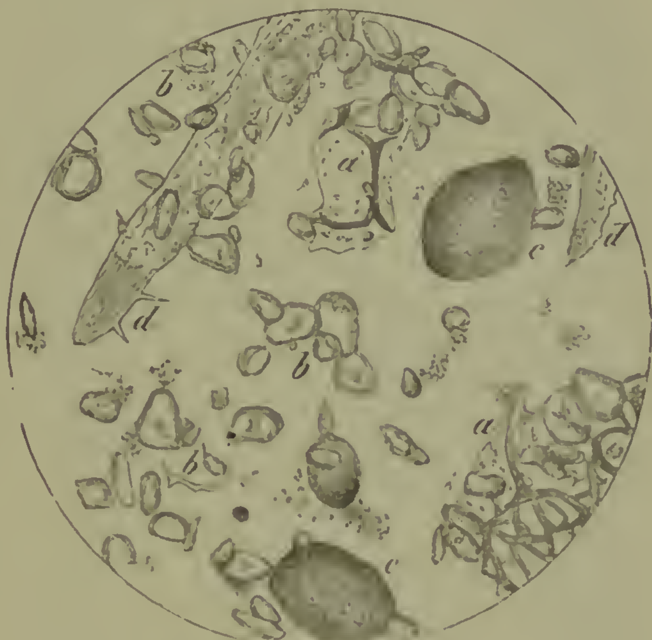


Fig. 271. Echtes Ingwerpulver.

In England ist unverfälschtes Ingwerpulver unter die Ausnahmen zu zählen; gewöhnlich nimmt man Kartoffelstärke, Weizenmehl, Sago, Curcuma u. s. w. hinzu; ja manche Sorte enthält gar keinen Ingwer, und ist aus Mehl, Curcuma und Cayennepfeffer zusammengesetzt; selbst Thon und andere erdige Bestandtheile sind darin gefunden worden. Schüttet man das echte Ingwerpulver in Wasser, so schwimmt dasselbe oben, die erdigen Bestandtheile dagegen sinken zu Boden. Unsere Abbildung Fig. 272 stellt dergleichen verfälschtes Ingwerpulver dar. Man sieht darin bei a Ingwerzellen, bei b Stärkemehl von Ingwer, bei c gelbe Körner, ganz ähnlich denen der Curcumaknolle, bei d Gefäßbündelreste und bei e Stärkekörnchen von Sagomehl.

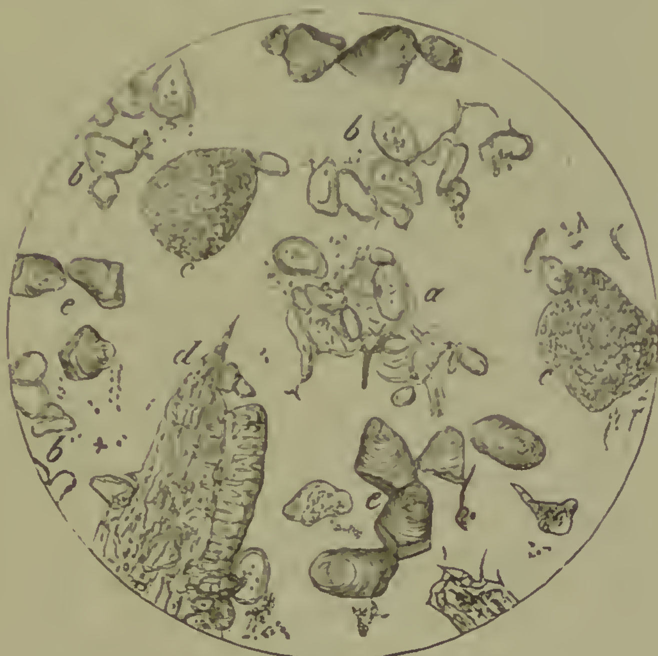


Fig. 272. Verfälschtes Ingwerpulver.

In allen Haushaltungen ist auch der Pfeffer ein altes eingebürgertes Gewürz, das ebenfalls dem Schicksale der Verfälschung nicht hat entgehen können. Schon dann, wenn man den Pfeffer in ganzen Beeren oder Körnern einkaufen will, thut man wohl, die Sorte zu prüfen. Diejenige, welche am meisten geschätzt wird, hat eine kugelrunde Gestalt, ist hart und schwer, sinkt im Wasser unter, hat eine kastanienbraune Farbe, guten, ausgebildeten Kern, eine wenig gerunzelte Oberhaut und ist im Durchbruche mehlig und gelb. Diese eben angeführten

Eigenschaften besitzt der Malabarpfeffer. Die schlechtere Sorte unterscheidet sich dadurch von der guten Qualität, daß die Beeren unregelmäßig, klein, tief gerunzelt, weich und der Bruch von blaßgelber Färbung ist. Je schwärzer nun der Pfeffer ist, und je tiefere Runzeln er zeigt, desto schlechter ist er. Solche weniger schätzenswerthe Sorten kommen in der Regel aus Sumatra. Um der geringeren Sorte ein besseres Ansehen zu geben, hat man zu dem einfachen Mittel seine Zuflucht genommen, sie mit Gummi zu überziehen. Es läßt sich jedoch diese Fälschung auf sehr leichte Weise erkennen, wenn man solche Beeren einige Minuten in lauwarmes Wasser legt, dann die klare Flüssigkeit abgießt und eine gleiche Menge 35gradigen Alkohol hinzugiebt. Infolge dessen schlägt sich das Gummi nieder; der echte Pfeffer läßt nur eine unbedeutende Trübung zu.

Der gemahlene Pfeffer oder das sogenannte Pfefferpulver läßt sich durch eine mikroskopische Prüfung in seinen Beimischungen erkennen. Man hat Rübsamen darin gefunden, wodurch die Masse eine graue, teigartige Eigenschaft annimmt, außerdem aber auch Erbsenmehl, Weizenmehl, Bohnenmehl, Kartoffelmehl, Roggenmehl, Senf, Staub, Stiele vom Pfeffer selbst, Bertramswurzel (Pyrethrum), Leinsamen, Hanf, ja sogar gebranntes Elfenbein.

Zieht man nun, um die verschiedenen zur Fälschung dienenden Substanzen zu ermitteln, das Mikroskop zu Hülfe, so wird man unzweifelhaft die charakteristischen Eigenschaften der beigemengten Mehlarten genau unterscheiden können, wie wir deren in diesem Abschnitt bereits mehrere bildlich dargestellt haben. Auch verwendet man zu einer künstlichen Pfeffermischung, die häufig in den Handel kommt, Pfefferabfall, Staub, Kartoffelmehl, zerriebenen Hanfkuchen und etwas Curcuma.

Selbst künstliche Pfefferbeeren hat man durch den Handel in den Konsum gebracht. Bei genauer Prüfung ergab sich, daß dieselben aus Oelkuchen, gewöhnlichem Mehl und einer Quantität Cayennepfeffer bestanden.

Der Nelkenpfeffer, auch englisches Gewürz genannt, besteht aus den unreifen, getrockneten, runzlig eingeschrumpften, erbsengroßen Früchten von Myrtus Pimenta, einem Baume, der vorzüglich in Jamaika wächst. Dieser Stoff wird häufig andern verkäuflichen Gewürzsorten beigemischt. Da nun derselbe theils in Pulverform, theils angeblich rein, theils, wie schon angedeutet, als Beimischung in andern Gewürzen verkauft wird, so ist lediglich das Mikroskop der entscheidende Richter über die Formbestandtheile desselben.

Der Cayennepfeffer oder spanische Pfeffer, besonders der lichtrothe gepulvert, unterliegt gleichfalls vielfachen Verfälschungen. Hauptsächlich mischt man demselben Mennige bei, und zwar in der Absicht, daß er, dem Lichte ausgesetzt, nicht bleiche, was das echte Pulver gern thut, wodurch es aber in den Augen der Käufer verliert, die seine hellrothe Farbe ihm erhalten zu sehen wünschen. Um der Farbe willen mengt man sogar Ziegelstaub unter das Pulver, oder Ocker, was sich leicht erkennen läßt, wenn man das Pulver einäschert und die Asche mit Säure behandelt. Ocker und Ziegelstein bleiben unlöslich; es bleibt also ein röthlicher Schlamm zurück. Aber auch das Mikroskop läßt die einzelnen Mischungsbestandtheile deutlich erkennen. Andere Verfälschungszusätze des Cayennepfeffers sind noch: gewöhnliches Salz, und selbst auf Kosten der Gesundheit Quecksilber und Zinnober, die beiden letztern namentlich, um dem Pfeffer seine schöne rothe Farbe zu geben. Wie häufig aber das Cayennepfefferpulver, selbst von namhaften Handlungs-

häusern, die mannichfachsten Verfälschungen erfährt, geht daraus hervor, daß unter 28 Proben nicht weniger als 24 Sorten als verfälscht erkannt worden sind. Die meisten derselben enthielten Mennige oft in bedeutenden Quantitäten, andere Ocker, Zinnober, noch andere dagegen unschädlichere Beimischungen, wie Reismehl, Curcuma, Senfhülsen und dergleichen.



Fig. 273 Echtes Jalapapulver.

Noch häufigere Anwendung als der Ingwer und Pfeffer findet in der neuern Medizin dasjenige Pulver, welches aus der *Jalapaknolle* gewonnen wird.

Schon bei der Prüfung der Wurzel ist es rathsam, dieselbe zu waschen und abzubürsten, damit man sich überzeugen könne, ob die Wurmlöcher, die stets als Merkmale schlechter Sorten gelten, nicht zugeklebt und überstrichen sind, was gewöhnlich mit einer Mischung von Jalapapulver und Gummi arabicum-Schleim oder gewöhnlichem Mehlkleister geschieht. Außerdem sind solche Wurzeln im Vergleiche mit ihrem Umfange auffällig leicht: auf dem Durchbruche sieht man die Löcher, Bohrgänge der Würmer, ja manchmal sogar diese letztern selbst noch in ihnen. Das *echte Jalapapulver* muß unter dem Mikroskope sich so darstellen, wie es unsere Fig. 273 in 220maliger Durchmesservergrößerung zeigt. In derselben gewahrt man bei a Sternzellen, bei b b Harzzellen, bei c Zellgewebe, bei d Stärkezellen, bei e Stärkekörperchen und bei f Bruchstücke von Tüpfelgefäßen und Holzfasern.

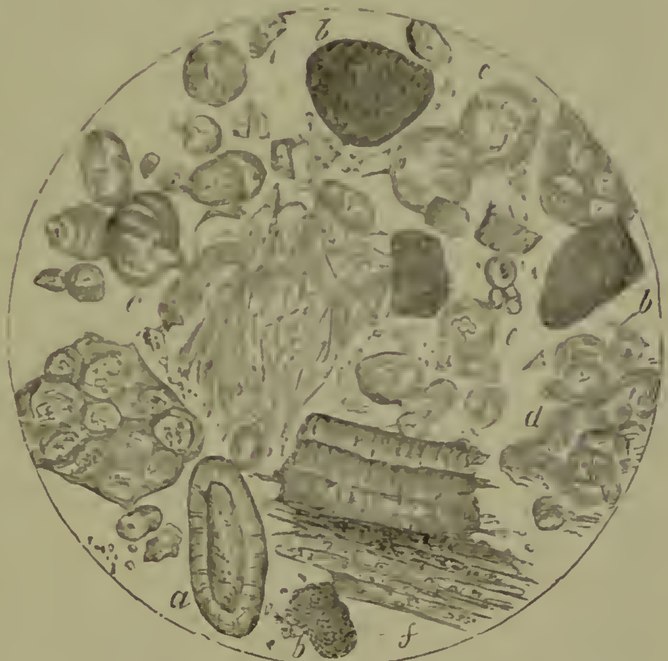


Fig. 274 Verfälschtes Jalapapulver.

Die gewöhnlichste Verfälschung ist die mit andern ähnlichen Wurzeln und Hölzern, namentlich mit Guajakholz. Auch hier bewährt sich das Mikroskop als untrüglicher Waarenprüfer. Wir geben unsern Lesern in Fig. 274 eine Darstellung von verfälschtem Jalapapulver in 220facher Vergrößerung. Die Unterscheidung des echten von dem verfälschten ist durchaus einfach; die Abbildung zeigt bei a a a die charakteristischen Formtheile der Jalapa und bei b b b die Bruchstücke von Guajakholzfasern.

Es ist durchgängig anzunehmen, daß die gewissenlose Spekulation ihren Verfälschungsexperimenten gerade solche Gegenstände unterwirft, welche die verbreitetste Anwendung im Haushalt des Menschen zu finden pflegen. Um so mehr haben deshalb die Behörden die Aufgabe, einem Unwesen zu steuern, das allmählich immer traurigeren Einfluß auf den gemeinsamen Gesundheitszustand ausüben muß. Denn es ist eine durch Zahlen unterstützte Thatsache, daß in den größeren Städten die nothwendigsten Nahrungsmittel und Getränke, in England und Rußland der nationale Thee, in Frankreich der Wein, in einem fast unglaublichen Umfange verfälscht und durch Surrogate ersetzt werden. Dergleichen Verfälschungen bei Gegenständen, welche die tägliche Nahrung mit bilden und deren Surrogate nicht selten geradezu verderbliche Stoffe enthalten, müssen dazu beitragen, eine ganze Generation ihrem physischen Werthe nach zu verschlechtern.

Aber nicht allein die Behörden sollten diesen Verhältnissen eine erhöhte Aufmerksamkeit zuwenden, sondern auch das Publikum selbst im eigenen Interesse hat die Pflicht, dem furchtbar grassirenden Gift der Verfälschung in den meisten Konsumtionsartikeln entgegenzutreten. Kaufen doch gar viele Hausfrauen nicht da, wo sie die Waaren am besten, sondern wo sie dieselben am billigsten bekommen. Viele wollen die Butter so wohlfeil, als sie dafür nicht geliefert werden kann, und so bekommen sie die Ausgleichung in Wasser, Salz und andern Zuthaten u. s. w. Die Verfälschungen und Betrügereien im Handel sind wesentlich Folgen des Mangels an volkswirthschaftlicher Naturwissenschaft. Deshalb wäre es gewiß sehr wünschenswerth, daß in den oberen Klassen der Volks- und Bürgerschulen, insbesondere aber der Töchterschulen die wichtigsten Nahrungsmittel und andere gewöhnliche und unentbehrliche Konsumtionsstoffe und deren Verfälschungen eingehend geschildert und Anleitungen zur Untersuchung jener Stoffe und zur Erkennung der Verfälschungen, wozu ja nicht immer das Mikroskop nöthig ist, gegeben würden. Dergleichen mit praktischen Uebungen zu verbindenden Vorträge wären gewiß viel nutzbringender, als solche über Psychologie, Kunstgeschichte, Geometrie u. a. m., womit man gegenwärtig in unseren sogenannten „höheren" Töchterschulen die Köpfe der heranwachsenden jungen Mädchen vollzupfropfen bemüht ist, ohne etwas Anderes zu erzielen, als unpraktische Lebensanschauungen und dünkelhafte Halbwisserei.

Achter Abschnitt.

Das Mikroskop im Dienste der Heilkunde, Gesundheitspolizei und Rechtspflege.

Schon auf Seite 254 und 275 ff. haben wir die Aufmerksamkeit unserer geehrten Leser darauf hingelenkt, daß das Mikroskop bei der Erkennung und Beurtheilung von Menschen- und Thierkrankheiten eine wichtige Rolle zu spielen berufen ist, weil durch dasselbe bereits eine Anzahl wichtiger Krankheiten, welche man früher für das Produkt einer Entmischung der Säfte (sogenannter „schlechter Säfte“) hielt, als durch parasitische Thiere hervorgebracht nachgewiesen worden sind. Seit der Zeit, wo Verfasser jenes niederschrieb, hat die Anwendung des Mikroskopes mehr und mehr Ausbreitung gefunden, und die Zeit ist nicht mehr fern, wo ein jeder Arzt, welcher auf den Namen eines wissenschaftlich gebildeten Anspruch machen will, das Mikroskop zu Rathe ziehen wird. Aber nicht allein in der ärztlichen Praxis hat das Mikroskop von Jahr zu Jahr mehr Eingang gefunden; auch die Gesundheitspolizei, die gerichtliche Medizin und selbst die Rechtspflege haben angefangen, sich desselben zu bedienen. Es scheint daher vollkommen gerechtfertigt, diesem Buche noch einen Abschnitt beizufügen, welcher die Aufgabe hat, die Wichtigkeit des Mikroskops in den genannten Beziehungen des praktischen Lebens zu erörtern.

Die Krätze und die sogenannten Wurmkrankheiten der Menschen und Thiere sind nicht die einzigen, welche durch parasitische Organismen mikroskopischer Natur verursacht werden; die mikroskopische Forschung der Neuzeit hat auch bei andern Krankheitserscheinungen dergleichen dem unbewaffneten Auge nicht sichtbare Schmarotzer als die eigentlichen Ursachen nachgewiesen und auf Grund dieser Entdeckung eine rationellere Behandlung jener Krankheiten angebahnt. Und zwar hat sich herausgestellt, daß unter jenen Schmarotzern die pflanzlichen eine weit hervorragendere Rolle spielen, als die thierischen; denn bereits bei einer Menge von Krankheiten hat das Mikroskop parasitische Pilze als die eigentliche Ursache nachgewiesen, und bei noch andern, wo dieser Nachweis bisher nicht vollständig gelungen ist, gehört das Auftreten solcher Pilze wenigstens zu den beständigen oder doch fast beständigen Symptomen. Wir wollen hier nur einige bestimmte Krankheitsformen näher beleuchten, welche erwiesenermaßen einzig und allein durch mikroskopische Schmarotzerpilze veranlaßt werden.

Jedermann kennt die Schwämmchenkrankheit der kleinen Kinder, welche schon so manchen Eltern ihre Lieblinge entrissen hat, aber erst der mikroskopischen Forschung der Neuzeit (besonders des schwedischen Arztes Berg, 1840 bis 1841) war es vorbehalten, nachzuweisen, daß die sogenannten Schwämmchen, welche übrigens auch bei Erwachsenen vorkommen, aus einem mikroskopischen Pilze (dem Aphthen- oder Soorpilz) bestehen, und dieser die Ursache der Krankheit sei. Fig. 275 b zeigt ein kleines Stückchen Oberhaut (Epithelium) von der Zunge eines Kindes mit dem darauf sitzenden Pilze, welcher Oidium albicans genannt worden ist, stark vergrößert nach der Darstellung von Küchenmeister, dem die Wissenschaft wichtige Forschungen über diesen und über andere beim Menschen vorkommende Schmarotzerpilze verdankt*). Nach den neuesten Untersuchungen von Hallier**) scheint der Soorpilz dem Pilze des Kopfgrindes oder dem Favuspilze (Achorion Schoenleinii) nahe verwandt zu sein. Im Jahre 1839 entdeckte nämlich der berühmte, mittlerweile verstorbene Arzt Dr. Schoenlein, daß die unter dem Namen „Kopfgrind“ (Favus) bekannte ekelhafte und hartnäckige Krankheit der Kopfhaut und ihrer Haare, welche ebenfalls vorzugsweise Kinder befällt, durch einen Pilz hervorgerufen werde und deshalb so schwer zu heben sei, weil die in Unzahl sich entwickelnden Sporen des Pilzes in die feinsten Rißchen der Haut und in die Haarbälge eindringen. Der sich entwickelnde Favuspilz verursacht nicht allein Entzündung und Eiterung der Kopfhaut, sondern zerstört zugleich die Haare, indem sich seine feinen Myceliumfäden zwischen die zahllosen Fasern, aus denen jedes einzelne Menschenhaar besteht, drängen und dadurch eine Zerfaserung der Haare bewirken. In Fig. 275 ist bei a der untere Theil eines vom Favuspilze befallenen Haares stark vergrößert dargestellt, und man sieht da nicht nur deutlich die Zerfaserung des Haares, besonders an der „Haarzwiebel“, sondern auch, wie die kleinen Sporen des Pilzes massenhaft aus dem Haare hervorbrechen und das Haar umschlingen. Nach Hallier gehört der Favuspilz zu dem Formenkreis des gemeinen Pinselschimmels (Penicillium crustaceum, s. oben S. 119). Während der Soor- und Favuspilz als Ursachen der Schwämmchen- und Kopfgrindkrankheit betrachtet werden müssen, scheinen die auf Fig. 275 bei c, d und e abgebildeten Pilze nur Begleiter von Krankheiten zu sein, und zwar stellt Abb. c eine Partie eines noch nicht näher bestimmten Pilzes, den man im Auswurf Lungenkranker und in den „Tuberkeln“ der Lungen solcher Kranken gefunden hat, stark vergrößert dar († sind einzelne, * perlschnurförmig vereinigte Conidien), d einen Sporenträger des gemeinen Schimmels (Mucor Mucedo, s. oben S. 118), endlich e den Pilz des Zungenbelegs (Alles ebenfalls nach Küchenmeister). Dieser Pilz (Leptothrix buccalis), der von manchen Forschern zu den Algen gerechnet worden ist, scheint im Zungenbeleg von Kranken immer vorzukommen, findet sich übrigens auch bei Gesunden auf der Schleimhaut der Mundhöhle und in den Zähnen besonders am Morgen nach dem nächtlichen Schlafe. Auch er gehört nach Hallier zu der Formenreihe des Pinselschimmels, nach neueren Forschungen aber zu den Spaltpilzen (s. S. 365). In der Abb. c gewahrt der Leser bei † einen ganzen Büschel des Zungenbelegpilzes, welcher aus den von der Zunge abgekratzten, mit

*) Dr. Küchenmeister: Die in und an dem Körper des lebenden Menschen vorkommenden Parasiten. Zweite Abtheilung: Die pflanzlichen Parasiten. Leipzig, 1855.

**) E. Hallier: Die pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers. Leipzig, 1866.

feinen Körnchen bedeckten Epithelinmzellen hervorgewachsen ist. Die bläschenförmigen Körperchen (*) sind Schleimkügelchen.

Mit dem Favuspilz nahe verwandt sind verschiedene andere, an den behaarten Theilen des menschlichen Körpers und in den Haaren selbst schmarotzende Pilze, welche sich als die Urheber gewisser, meist widerlicher Krankheiten erwiesen haben. Alle unsere Leser haben gewiß schon von jener ekelhaften Krankheit der Kopfhaare des Menschen gehört, welche unter dem Namen des Weichselzopfs bekannt ist und namentlich in Polen verbreitet sein soll. Dieselbe besteht in einer Anschwellung der Haarzwiebel (s. S. 312 und Fig. 276), Zerspaltung des Haarcylinders in einzelne Fasern und Verklebung der dadurch entstandenen pinsel- oder igelförmigen Haarbüschel durch eine bräunliche, schleimige Substänz.



Fig. 275. Favuspilz, Aphthenpilz ꝛc.

Infolge davon bilden sich allmählich dicke, schmierige, wirre Haarzöpfe und dazwischen nackte Stellen durch Ausfallen von Haaren. Im Jahre 1843 entdeckte Dr. Günsburg im Innern der Haare eines Weichselzopfkranken einen Pilz, welcher anfänglich für eine zufällige Erscheinung gehalten, später aber als die eigentliche Ursache jener Krankheit erkannt wurde. Dieser Parasit, Trichophyton oder Mycoderma plicae polonicae, bildet in dem hohlen Kanal des Haarcylinders gegliederte Fäden und Massen kugeliger oder länglicher Conidien, welche die Haarwurzel auftreiben (Fig. 276) und eine Zersprengung und Zerspaltung des Haarcylinders in eine Menge spröder Fasern bewirken

(Fig. 276, A), indem sie gewaltsam aus dem Haarkanal durch die Wandung des Haares hervorbrechen (Fig. 276, B). Die schmierige, verklebende Substanz besteht aus einer Unmasse losgelöster Oberhaut-(Epithelium-)zellen mit kleinen granulirten Körperchen, aus verdünnten Haaren und zahllosen Conidien des Pilzes. Letztere halten 0,003—0,007 Millimeter im Durchmesser, besitzen einen deutlichen Kern, erscheinen gruppenweis im Umfange der Haare und nisten sich auch zwischen den zersplitternden Haaren ein. In Fig. 276, C sind bei b Reihen solcher Sporen stark vergrößert abgebildet. Dieser Schmarotzerpilz befällt übrigens nicht allein den Menschen, sondern auch behaarte Thiere; einmal ist er sogar in Federn von ein paar Turteltauben beobachtet worden. — Eine andere Art derselben Pilzgattung, Trichophyton tonsurans, bringt namentlich bei Kindern massenhaftes Ausfallen der Haare hervor, so daß kahle Stellen, ja endlich Kahlköpfigkeit entsteht. Die Haare brechen dabei 1—2 Linien über der Oberfläche der Kopfhaut ab, letztere wird trocken, zusammengezogen und uneben, so daß sie sich wie Gänsehaut anfühlt, nimmt eine bläuliche Farbe an und bedeckt sich beim Kratzen mit einem feinen weißen, kleieartigen Staube. Schließlich sei bemerkt, daß die Trichophytonpilze durchaus keine selbständigen Pilze zu sein scheinen. So soll T. tonsurans nach Hallier nichts weiter sein als eine kettenförmige Verbindung der Conidien des Pinselschimmels im Innern des Haarkanals, veranlaßt durch das im Haarkanal enthaltene Oel.

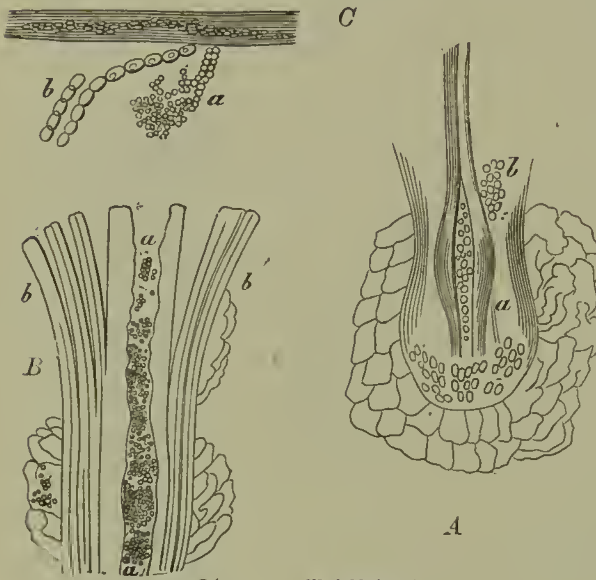


Fig. 276. Weichselzopf.

Während die Pilze aus der Gattung Trichophyton Entartung und Ausfallen der Kopfhaare bewirken, veranlassen einige Arten der Gattung Microsporon Krankheiten der in der Gesichts- und Körperhaut steckenden Haare und der Haut selbst. In den Bälgen der Barthaare, besonders des Kinnes, der Oberlippe und der Wangen, seltener in den Haarzwiebeln der Körperhaut, siedelt sich bisweilen das Microsp. mentagrophytes an, ein mikroskopischer Pilz, welcher aus gegliederten Fäden besteht, die sich unter Winkeln von 40 bis 80° gabelförmig in zarte Aestchen theilen, deren Spitzen Reihen und Trauben kugeliger Sporen tragen (Fig. 277, B). Letztere überziehen auch in unendlicher Menge die innere Oberfläche der Haarscheide und bilden so um den in der Haut gelegenen Haartheil eine vegetabilische Hülle, welche niemals über die Oberfläche der Haut hervortritt. Dieser Parasit bringt ebenfalls höchst lästige und ekelhafte Krankheitserscheinungen zu Wege. Alle von ihm infizirten Haartheile überziehen sich mit weißen, grauen und gelblichen Schüppchen, welche, von Haaren durchsetzt, an der darunter befindlichen Haut nur leicht, an den Haaren dagegen fest haften und aus losgelösten Oberhautstückchen bestehen. Allmählich bilden sich zwischen

den Barthaaren isolirte Pusteln, aus denen etwas Eiter hervortritt; in dem Grade, als diese sich vermehren, fließen sie zu gelblichen Krusten zusammen, die sich mit der Zeit bräunlich oder schwärzlich färben. Dabei ist die Haut geröthet und gespannt und der Patient empfindet ein brennendes, unausstehliches Jucken. Endlich nehmen die kranken Haarbälge eine schwammige Beschaffenheit an, worauf sie bei der geringsten Berührung bluten; es bildet sich eine übelriechende Eiterung und die Haare fallen aus. Diese unter dem Namen Mentagra den Aerzten längst bekannte, aber erst in neuester Zeit ihrer wahren Ursache nach bekannt gewordene Krankheit kann Jahre lang dauern, wenn dem Umsichgreifen und der Reproduktion des Schmarotzerpilzes durch Ausziehen der Haare aus den Bälgen und durch Einreiben von die Sporen tödtenden Mitteln nicht ein Ziel gesetzt wird. Nach Hallier gehört auch der Mentagrapilz zur Formenreihe des gemeinen Pinselschimmels.

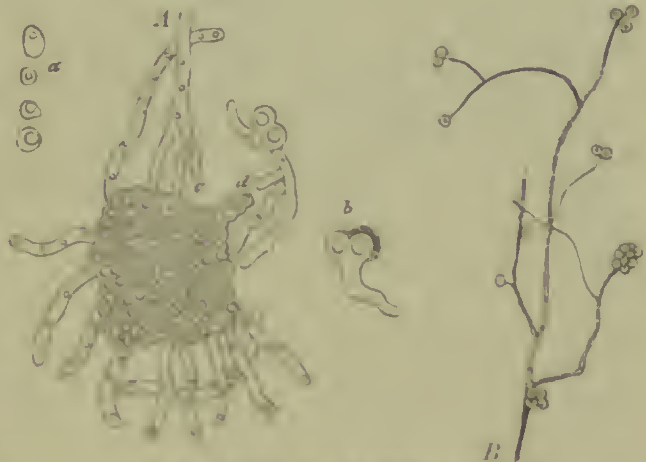


Fig. 277. Mentagra- und farbiger Aussatz.

Eine nicht minder lästige und widrige Hautkrankheit ist der farbige Aussatz (Pityriasis versicolor), welcher durch eine andere Art derselben Pilzgattung, durch das Microsporon furfur, veranlaßt wird. Dieser Schmarotzerpilz besteht theils aus länglichen und verästelten Zellen, theils aus Sporen, welche zu Gruppen oder Haufen vereinigt sind (Fig. 277, A). Er siedelt sich in der Haut aller von Kleidern bedeckten Körpertheile, besonders der Brust und des Bauches, an und erzeugt gelbliche oder gelbbräunliche, sich beständig abschuppende, Jucken erregende, oberflächlich pulvrige Flecke, welche von der Größe einer Erbse bis zu derjenigen zweier Handbreiten variiren. Auch diese Krankheit ist seit langer Zeit bekannt, der sie verursachende Pilz aber erst im Jahre 1846 entdeckt worden. Derselbe befällt sowol kranke als gesunde, unreinliche wie reinliche Personen, doch niemals Kinder und höchst selten Frauen. Diese eigenthümliche Erscheinung mag darin begründet sein, daß nur die oberste, hornige Schicht der Haut den Wohnsitz des Parasiten bildet, niemals die darunter liegende weiche, daß jene Schicht aber bei Frauen und Kindern viel dünner und zarter als bei Männern ist. In dieser allenthalben von kleinen Härchen durchbohrten Hornschicht wuchert der Pilz aufs Ueppigste; seine zahllosen Conidien, welche nur $^1/_{500}$ Linie im Durchmesser halten, häufen sich namentlich in den Haartrichtern an und dringen bis tief in die Haarscheidenfortsätze hinein. Die weißen Schüppchen, welche sich von den entstehenden Flecken abschülfern, sind aus losgestoßenen Oberhautzellen und vertrockneten Pilzmassen zusammengesetzt. In Figur 277, A sind bei a einzelne Sporen mit ihrem (in der Natur fettglänzenden) Kern, bei b zwei verschmolzene, einen Schlauch treibende Sporen dargestellt. Fig. 278, B zeigt eine sehr reichlich fruktifizirende Form desselben Pilzes nach Behandlung mit konzentrirter Essigsäure.

Auf Seite 360 und 361 ist den der Kopfgrind verursachende Pilz beschrieben und abgebildet worden. In den Favusborken kommt noch ein anderer Pilz vor, und zwar ein Brandpilz, Puccinia favi, von Ardsten entdeckt. Derselbe besteht aus braunen, gestielten zweizelligen Sporen, welche von der bräunlichen Favusmaterie umhüllt sind, und scheint nur ein Begleiter des Kopfgrindes zu sein. Fig. 278, A stellt verschiedene Formen dieses Pilzes dar.

In neuester Zeit sind, Dank der mehr und mehr in Aufnahme kommenden mikroskopischen Untersuchung krankhafter Gebilde, auch verschiedene bisher unbekannte Arten der Schimmelgattung Aspergillus, zu welcher der auf S. 120 in Fig. 56 bei a abgebildete gemeine Brotschimmel gehört, als Urheber zum Theil bösartiger oder hartnäckiger Krankheitserscheinungen beim Menschen erkannt worden. Wir wollen hier nur auf zwei noch nicht benannte, weil ihrer systematischen Stellung nach noch zweifelhafte Arten näher eingehen. Auf Fig. 278, C sehen meine Leser einen Schimmel, welcher mit dem Brotschimmel unverkennbare Aehnlichkeit besitzt, aber im äußern Gehörgange eines achtjährigen Mädchens bei skrophulösem Ohrflusse gefunden wurde. Er war in kirschgroße, rundliche, mit einer grünlichen granulösen Masse angefüllte Blasen eingeschlossen, welche filzige, auswendig weiße Wandungen besaßen. Seine Entwicklungsgeschichte und die Rolle, welche er bei der genannten Krankheit spielt, sind noch unbekannt. Einen ganz ähnlichen Pilz fanden italienische Aerzte zu Florenz im Ohre eines 14jährigen Kranken, der aus einem Seebade kam und dem beim Baden das Meerwasser oft in die Ohren gedrungen war. Derselbe hatte Anfangs Jucken und Brennen empfunden, war aber zuletzt fast völlig taub geworden. Es fanden sich bei diesem Kranken im äußern Gehörgange kleine durchsichtige, hirsekorngroße, ziemlich dickwandige Bläschen, in welchen die mikroskopische Untersuchung einem Aspergillus ähnliche Conidienreihen und Epithelinmzellen nachwies. — Ferner haben Virchow und Meißner mehrere Fälle von Entartungen der Fingernägel beobachtet, welche ebenfalls durch einen einem Aspergillus ähnlichen Schimmelpilz hervorgebracht wurden. In verdickten, stark nach oben gewölbten, fast krallenartig gestalteten, beweglichen, weichen, aber spröden, leicht spaltenden Nägeln von gebräunter Farbe fanden sich ästige, vielfach verschlungene, theils gegliederte, theils einfache Myceliumschläuche und zahlreiche Sporangien unter der Form breiterer, kürzerer, undeutlich gegliederter, kolbenförmiger Schläuche, welche Reihen von Sporen enthielten (Fig. 278, D). Dieser Parasit hatte sich in parallelen Strahlen von der Nagelwurzel nach der Oberfläche des Nagels ausgebreitet, die Nagelzellen verdrängt und den Nagel entfärbt, wenigstens bei dem von Meißner beobachteten Kranken. Nach Hallier gehört auch der Pilz des farbigen Aussatzes zu den Formen eines Aspergillus.

Aus den vorstehenden Mittheilungen geht hervor, daß namentlich die Horngebilde des Menschen und der Thiere den Angriffen mikroskopischer Schmarotzerpilze ausgesetzt sind, und läßt sich daher kaum bezweifeln, daß auch noch andere Hautkrankheiten durch dergleichen pflanzliche Parasiten hervorgebracht und durch ihre Sporen oder Conidien, welche dann den eigentlichen Ansteckungsstoff bilden würden, verbreitet werden.

Mit ziemlicher Sicherheit ist bereits nachgewiesen, daß z. B. die lästigen und hartnäckigen Flechten, welche man früher für durch innere Ursachen bedingte Hautkrankheiten hielt und daher durch innerlich gegebene Mittel zu heilen

versuchte, durch Schmarotzerpilze veranlaßt werden. Ob auch Scharlach, Masern und andere Hautkrankheiten durch Schmarotzerpilze veranlaßt und durch deren Sporen verbreitet werden, wie neuerdings behauptet worden ist, dies zu beweisen oder zu widerlegen muß ferneren Forschungen anheim gegeben werden. Aber auch die inneren Theile, welche mit der Außenwelt kommunizieren, werden von pflanzlichen Schmarotzern nicht verschont, und namentlich sind die Schleimhäute der Mund-, Rachen- und Nasenhöhle, der Speise- und Luftröhre, des Magens und Darmkanals ihren verderblichen Einwirkungen ausgesetzt.



Fig. 278. Farbiger Auszatz Puccinia favi. Aspergillus.

Selbst im Blute kranker Menschen und Thiere, und in völlig abgeschlossenen Organen (Gehirn, Leber, Nieren, u. a.) hat man dergleichen gefunden. Während aber die Parasiten der bisher geschilderten Krankheiten (mit Ausnahme der Leptothrix buccalis) unzweifelhafte Pilze oder Algen sind, gehören fast alle im Innern kranker Menschen und Thiere gefundenen zu der schon Seite 138 erwähnten Gruppe der sogenannten Spaltpilze (Schizomycetes), auf welche ich deshalb hier noch näher eingehen muß. Die Schizomyceten sind äußerst kleine, daher nur mittels starker Vergrößerungen erkennbare, bald völlig strukturlose, bald Spuren einer Struktur zeigende, ruhende oder mit Bewegung begabte Gebilde, über deren systematischer Stellung noch verschiedene Meinungen bestehen. Doch neigt die Mehrzahl der Forscher gegenwärtig der Ansicht zu, daß diese an der Grenze des Pflanzen- und Thierreichs stehenden Wesen zu den

Pilzen zu rechnen seien. H. Hoffmann in Gießen vereinigt alle Schizomyceten unter dem gemeinsamen Namen Bacterien, während die übrigen Forscher verschiedene Gattungen von Spaltpilzen unterscheiden. Zu den neuesten und umfassendsten Untersuchungen über diese räthselhaften Gebilde gehören diejenigen des Prof. F. Cohn in Breslau. Dieser Forscher unterscheidet 4 Gruppen und 6 Gattungen von Schizomyceten, nämlich; 1. kugelige (Sphaerobacteria, Kugelbacterien; Gattung: Micrococcus), 2. kurz-cylindrische (Microbacteria, Stäbchenbacterien; Gattung: Bacterium), 3. fadenförmige (Desmobacteria, Fadenbacterien; Gattungen: Bacillus und Vibrio), 4. spiraliggewundene (Spirobacteria, Schraubenbacterien; Gattungen: Spirillum und Spirochaete). Die Spirobacterien bewegen sich schlängelnd. Fig. 279 zeigt unter A Arten von 5 Bacteriengattungen in 650facher Linearvergrößerung. Die zuerst von Hallier mit dem Namen Micrococcus belegten Schwärmzellen, von ihm zu den Hefeformen gerechnet (s. oben S. 108) werden also von Cohn ebenfalls zu den Spaltpilzen gestellt. Aber auch manche sogenannte Monaden dürften mit Bacterien identisch sein, so namentlich die S. 57 beschriebene Monas termo mit Bacterium termo, dem Ferment der Fäulniß. Cohn hat nämlich schlagend nachgewiesen, daß diese in allen faulen, festen und flüssigen Stoffen in Unzahl vorhandene Bacterie die unmittelbare Ursache der Fäulnißprozesse ist. Näher auf seine interessanten Experimente und Beobachtungen einzugehen erlaubt die Beschränktheit des Raumes nicht. Dergleichen Schizomyceten spielen nun eine hochwichtige Rolle bei vielen inneren und namentlich bei allen kontagiösen (ansteckenden) Krankheiten (Infektionskrankheiten) der Menschen und Thiere. Für mehrere dieser letztern ist es vollständig erwiesen, daß sie lediglich durch die Einwanderung und massenhafte Vermehrung gewisser Spaltpilze im Körper der Menschen und Thiere veranlaßt sind. Wichtige Aufschlüsse hierüber hat die Wissenschaft in neuester Zeit durch die unermüdlichen Forschungen und Experimente des Prof. Dr. E. Klebs in Prag erhalten*). So erzeugt Bacillus anthracis den Milzbrand der Kühe und anderer Thiere und die schwarze Blatter (Pustula maligna) des Menschen. Ebenso ist die hochgefährliche Rachenbräune (Diphtheritis) nur eine Folge der Ansiedlung und raschen Vermehrung von Bacterien in der Rachenhöhle. Welche Rolle diese Geschöpfe, bei der Ruhr und der Cholera, wo dieselben zu Milliarden im Darmschleime und den Stühlen vorkommen, sowie beim Typhus, bei den Pocken, beim Scharlach u. a. Krankheiten spielen mögen, ist noch nicht festgestellt.

Häufig sind Schizomyceten nur Begleiter, aber konstante Begleiter von Krankheiten, zu deren Verschlimmerung sie dann beitragen. So siedeln sich in Wunden (namentlich Schußwunden) bei vernachlässigtem Abschluß der Luft, sehr bald Bacterien an, welche durch ihre rasche Vermehrung bösartige Eiterung, Verjauchung und Blutvergiftung (Pyämie) herbeizuführen vermögen. Deshalb behandelt man jetzt alle Wunden mit Karbolsäure, indem diese die Bacterien tödtet. Letztere wirken dadurch so schädlich, daß sie die Eiweißverbindungen der organischen Stoffe, auf und in denen sie leben, zersetzen und deren Fäulniß herbeiführen. Manche bewirken in gährungsfähigen Flüssigkeiten auch Gährung. — Darüber, ob die Schizomyceten ganz selbständige Organismen sind oder von

*) Vgl. E. Klebs: Beiträge zur Kenntniß der pathogenen Schizomyceten. (Prag 1874.)

anderen, von wirklichen Pilzen oder Algen, abstammen, sind die Meinungen der Forscher noch getheilt. Für ihre Selbständigkeit spricht die Thatsache, daß es noch nicht gelungen ist, aus Spaltpilzen einen wirklichen Pilz (ein Mycelium) oder eine Alge zu erziehen. Es liegen aber auch Beobachtungen vor, aus denen hervorzugehen scheint, daß die Spaltpilze mit Algen oder mit Phykomyceten nahe verwandt sind oder gar von solchen erzeugt werden. So findet man häufig Bacterien in ruhendem Zustande, eingebettet in eine Gallerthülle. Diese Kolonien sind früher für eine Algengattung gehalten und Zoogloea genannt worden. Cohn hat beobachtet, daß dergleichen Kolonieen erst gebildet werden, wenn die in einer fauligen Flüssigkeit befindlichen Bacterien alle assimilirbare Nahrung aufgezehrt haben. Dann nämlich hört ihre bisher lebhafte Bewegung auf, sie verfallen in Ruhe und umgeben sich nun durch Ausscheidung von pflanzlicher Intercellular substanz mit einer Gallerthülle. Fig. 279 zeigt bei B eine solche Zoogloea in 600facher Vergrößerung. Häufig reihen sich Bacterien oder Micrococcenskügelchen an einander, so daß sie gegliederte oder perlschnurförmige Fäden bilden. Diese Form von Kolonien ist auch für eine Algengattung gehalten und als solche Leptothrix genannt werden. Dahin gehört jedenfalls auch die auf Seite 360 beschriebene und (Fig. 275, e) abgebildete L. buccalis. Da alle diese Gebilde chlorophyllfrei sind, so war es natürlich ein Irrthum, dieselben für Algen zu erklären, denn alle echten Algen enthalten in ihren Zellen Chlorophyll. Dagegen haben namentlich die Leptothrixketten Aehnlichkeit mit manchen Algenpilzen (Phykomyceten). Für die Verwandtschaft der Schizomyceten mit diesen Pilzen spricht eine Entdeckung von Cohn. Er fand in trübem Brunnenwasser einer durch Typhus berüchtigten Gegend in Breslau einen Algenpilz oder ein einem solchen ähnliches Gebilde, welches er Brunnenfaden (Crenothrix polyspora) genannt hat. Dasselbe bildet gelblichbraune Flocken, welche aus einem Gewirr von verschiedenen langen, geraden oder gekrümmten Fäden bestanden. Diese enthielten zahlreiche Zellen voll von farblosem Protoplasma, die nach außen von einer Art Scheide umgeben waren, aus welcher sie oft frei heraustraten. Durch wiederholte Theilung des Protoplasma der sehr verschieden gestalteten Zellen entstehen größere und kleinere, mit rollender Bewegung begabte Keimkörner (?), Makro- und Mikrogonidien, welche durch Resorption der Wandung der Mutterzelle frei werden. Die Mikrogonidien, welche sich häufig durch Zweitheilung vermehren, sind von gewöhnlichen Kugelbacterien nicht zu unterscheiden und bilden gleich diesen, nachdem sie zur Ruhe gekommen, Zoogloea-Massen. Fig. 280 zeigt bei A u. B zwei Crenothrixfäden, von denen der eine Makro-, der andere Mikrogonidien erzeugt hat, darunter beiderlei Gonidien stärker vergrößert. Hallier und andere Forscher wollen auch beobachtet haben, daß Micrococcus, also Kugelbacterien, unter Umständen aus dem Protoplasma von Sporen und Gonidien vieler Schimmelarten und auch



Fig. 279. A Spaltpilze (Schizomyceten): a Micrococcus prodigiosus, b Bacterium lineola, c Bacillus ulna, d, e Vibrio rugula, f Spirillum volutans, B Zoogloea.

anderer Pilze zu entstehen vermögen, was auch sehr wahrscheinlich ist, da ich selbst den gleichen Vorgang bei zwei Pilzen (einem Rost- und einem Schlauchpilz) beobachtet zu haben glaube.

Endlich sei hier noch auf gewisse, schon längst bekannte Krankheiten der Raupen, Fliegen und anderer Insekten aufmerksam gemacht, welche in neuester Zeit von verschiedenen Forschern (Bail, Hallier, De Bary u. A.) eingehenden Untersuchungen unterworfen worden sind. Da ist zunächst die sogenannte Muscardine zu nennen. Mit diesem Namen belegte man in Frankreich und Italien eine Krankheit der Seidenraupe, in deren Folge die Seidenernte in ganzen Provinzen zu Grunde ging. Die abgestorbenen Raupen erscheinen in harte Mumien umgewandelt, oberflächlich mit einem weißen Staub bedeckt, innerlich dagegen mit einem weißen, trocknen Gewebe erfüllt. Die mikroskopische Untersuchung ergab bald, daß die weißen Gewebmassen das Mycelium, das weiße Pulver die massenhaft produzirten Sporen eines Pilzes seien, welcher seit 1835 unter dem Namen Botrytis Bassiana bekannt gewesen und bis auf die neueste Zeit für einen selbständigen Pilz und zwar für einen sogenannten Schimmelpilz gehalten worden ist. Die neuesten Forschungen haben die Unrichtigkeit dieser Ansicht bewiesen, doch gehen die Ansichten der Forscher über die Abstammung dieses gefährlichen Schmarotzers sehr aus einander. De Bary hält ihn für den Entwicklungszustand eines Keulenpilzes. Die Muscardine ist seit länger als zehn Jahren in den Seidenraupenzucht treibenden Ländern fast ganz verschwunden, dagegen in den letzten Jahren von Bail und De Bary bei der Raupe der Kieferneule (Noctua piniperda), eines in Kiefernwäldern oft große Verheerungen anrichtenden Insekts, sehr verbreitet beobachtet worden. Neuerdings hat sich aber eine andere, nicht minder verderbliche Krankheit unter den Seidenraupen gezeigt, welche die französischen Züchter Gattine nennen. Nach Hallier's Untersuchungen wird dieselbe durch die Hefe eines auf den Blättern des Maulbeerbaums sehr häufig vorkommenden Schmarotzerpilzes, des Rußthaues (Pleospora herbarum) veranlaßt. In den Jahre 1867 und 1868 beobachtete Bail ein massenhaftes Absterben der damals gerade in den westpreußischen und pommerschen Kieferwäldern hausenden, obengenannten Kieferneulenraupe. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß alle abgestorbenen oder absterbenden Raupen mit einem längst bekannten Schmarotzer, der Empusa muscae, behaftet waren. Daß der genannte, zu den Algenpilzen (s. oben S. 109) gehörende Schmarotzer die Stubenfliegen befalle und tödte, wußte man schon seit langer Zeit. Im Jahre 1870 beobachtete Prof. Cohn in Breslau, daß die Erdraupen (die Raupen der Ackersaateule, Agrotis segetum), welche auf den Rapsfeldern und den jungen Wintersaatfeldern Schlesiens außerordentliche Verheerungen anrichteten, in sehr großer Menge krank wurden und dann starben.

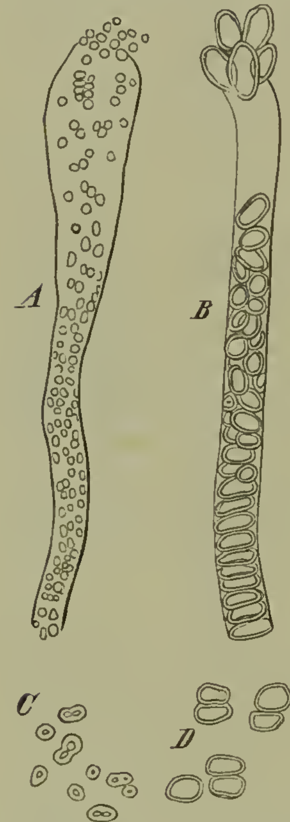


Fig. 280. Brunnenfaden (Crenothrix polyspora). A Faden mit Mikrogonidien; B Faden mit Makrogonidien; C Mikro-, D Makrogonidien.

Das Mikroskop wies in solchen Raupen eine außerordentliche Menge einer schwarzen, zunderartigen Masse nach, welche Cohn für einen Schmarotzerpilz erkannte, den er Tarichium sphaerospermum genannt hat. Da die von ihm befallenen Raupen sich schwarz färben, so hat Cohn diese neue Raupenkrankheit die schwarze Muscardine genannt. Es liegt auf der Hand, daß, während die Muscardine und Gattine der Seidenraupen den Menschen sehr bedeutenden Nachtheil zuzufügen vermögen, die andern hier erwähnten Pilzkrankheiten, welche die genannten schädlichen Raupen heimsuchen und massenhaft vernichten, in volkswirthschaftlicher Hinsicht großen Nutzen bringen. Es scheint in der That der Empusa muscae einzig und allein zu danken zu sein, daß jene von der Kieferneule heimgesuchten Wälder Preußens nicht gänzlich vernichtet worden, sondern großentheils dem Untergange entronnen sind.

Doch nicht allein mikroskopische Pilze treten als Parasiten des Menschen und der Thiere auf, auch die Klasse der Algen enthält dergleichen. Namentlich von der Gattung Leptomitus sind neuerdings mehrere schmarotzende Arten bekannt geworden. So fand Robin in der Schleimhaut der Speiseröhre von Typhuskranken eine solche Alge (Leptomitus Hannoveri), welche übrigens auch auf der Zunge vorkommt und unschädlich zu sein scheint. Fig. 281 A zeigt ein Räschen dieser Algen. Andere Arten sind im Urin von Kranken, sowie in krankhaften Schleimabsonderungen entdeckt worden. Sogar vollkommen gegen die Außenwelt abgeschlossene Organe bleiben von dergleichen Schmarotzern nicht verschont. Helmbrecht und Hannover haben z. B. eine Alge (Leptomitus oculi) im Innern des Auges bei zwei Männern beobachtet und dieselbe durch Anstechen (Punktion) des Auges, wo dann die Alge mit der hervordringenden Flüssigkeit herauskam, geheilt. Wie diese Alge, welche in Fig. 281 B und C in zwei verschiedenen Entwicklungszuständen abgebildet ist, in das Auge gelangt sein möge, hat man freilich nicht ermitteln können. Hallier ist der Ansicht, daß diese Organismen keine Algen seien, sondern zu den Hefepilzen gehören. Auch die den Aerzten längst bekannte, sehr häufig bei Kindern und gesunden Menschen im Magen vorkommende Sarcina ventriculi, welche bei ersteren häufig durch Erbrechen oder durch den Stuhl (bei Diarrhöe) entleert wird, und von Vielen für zersetzte Muskelfasern gehalten worden ist, gehört den neuesten Forschungen zufolge nicht zu den Algen, zu denen man sie früher unter dem Namen Merismopoedia ventriculi rechnete, sondern zu den Schizomyzeten. Sie bildet, indem ihre Zellen sich kreuzweis in je 4 Tochterzellen theilen, rundlich-würstelförmige Massen, welche wie kreuzweis geschnürte Packete aussehen.

Verlassen wir nunmehr die Welt der mikroskopischen Schmarotzerpflanzen und wenden wir uns zu derjenigen der mikroskopischen Schmarotzerthiere. Keines von diesen jedenfalls auch sehr zahlreich vorhandenen Thieren hat in neuerer und neuester Zeit so ungeheueres Aufsehen erregt, so viele Streitigkeiten unter allen Ständen veranlaßt und eine so reiche Literatur hervorgerufen, wie jener mikroskopische Wurm, dem, seit man ihn kennen gelernt hat, schon so viele Menschen erlegen sind. Ich meine die in fast allen Zeitungsblättern besprochenen Trichinen. Und während die durch mikroskopische Parasiten aus dem Pflanzenreiche verursachten Krankheiten der Anwendung des Mikroskops blos in den Kreisen der ärztlichen Praxis eine vermehrte Aufnahme verschafft haben, sind die Trichinen der Anlaß geworden, daß schon verschiedene Stadt- und

Gemeinderäthe, ja Regierungen, die Einführung einer mikroskopischen Fleischschau beschlossen haben, folglich das Mikroskop auch der Gesundheitspolizei dienstbar gemacht worden ist. In Anbetracht der großen Gefährlichkeit der Trichinen und der vielen Zweifel und ungereimten Ansichten, welche bezüglich dieses Wurmes im großen Publikum noch immer verbreitet sind, wird es vollkommen gerechtfertigt erscheinen, wenn wir hier den Trichinen und der sogenannten Trichinenkrankheit eine eingehendere Betrachtung widmen, als irgend einem andern in diesem Buche bisher behandelten Gegenstande.

Die Trichinen sind keineswegs eine Entdeckung (viele Leute sagen „Erfindung“) der neuesten Forschung, sondern schon seit länger als 35 Jahren bekannt. Sie wurden zuerst im Jahre 1832 durch Hilton, Prosektor am Guy-Spital in London, bei der Sektion des Leichnams eines am Brustkrebs verstorbenen alten



Fig. 281. Leptomitus Hannoveri und Augenalge.

Mannes in dessen Brustmuskeln gesehen, jedoch nicht als Würmchen, sondern nur als weiße, kalkige Körnchen. Hilton hatte zufällig den ältesten Zustand der Muskeltrichinen gefunden, in welchem dieselben in verkalkte Kapseln eingeschlossen sind, deren Undurchsichtigkeit die Erkennung des darin steckenden Wurmes unter dem Mikroskop kaum möglich macht. Erst wenn durch Anwendung von Säuren (am besten Essigsäure) der Kalk aufgelöst wird, kann man den in der Kapsel steckenden Wurm sehen. Hilton, dem es natürlich nicht so leicht einfallen konnte, jene Körnchen einer solchen Behandlung zu unterwerfen, hielt dieselben für mikroskopische Blasenwürmer. Diese Ansicht erhielt sich bis zum Jahre 1835, wo der berühmte Zoologe und Anatom Rich. Owen bei Gelegenheit eines zweiten von Paget beobachteten Falles die überraschende Entdeckung machte, daß in jeder solchen Kapsel ein fadenförmiges, spiralig aufgerolltes Würmchen enthalten sei. Owen gab diesem Wurm den Namen Trichina spiralis, welcher unverändert beibehalten worden ist. In demselben Jahre fand Professor Henle in Berlin, durch Owen's Entdeckung aufmerksam gemacht, in von ihm aufbewahrten Präparaten aus den Brust- und Halsmuskeln zweier im Winter 1834/35 im Spital verstorbener Personen ebenfalls in verkalkte Kapseln eingeschlossene Trichinen. Im Ganzen wurden bis

zum Schluß der dreißiger Jahre 24 Trichinenfälle (die meisten in England) beobachtet; da aber die Personen, in deren Leichen bei der Sektion die Trichinen gefunden worden waren, wol alle nebenbei an andern Krankheiten gelitten hatten, so schrieb man letzteren die Ursache des Todes zu und hielt die Trichinen für ungefährlich, obwol mehrere jener Leichen sehr bedeutende Mengen davon enthalten hatten. In den vierziger Jahren wurden Trichinen (immer in Leichnamen) aufgefunden in Deutschland, England, Schottland, Irland, Frankreich und Nordamerika. Obwol wiederholt — schon in den dreißiger Jahren — der Wurm noch lebendig im Fleische menschlicher Leichname angetroffen und auch genau mikroskopisch untersucht worden war, so blieb doch seine systematische Stellung zweifelhaft, da man zwar einen Darmkanal und andere Organe, aber keine Geschlechtswerkzeuge aufzufinden vermochte. Gestützt auf die Analogie mit andern eingekapselten Rundwürmern und auf den mittlerweile aufgehellten Zusammenhang zwischen den Blasen- und Bandwürmern (s. S. 259 ff.), behaupteten 1844 Professor v. Siebold, damals in Breslau, und der Franzose Dujardin auf das Bestimmteste, daß die Trichine der unentwickelte oder Jugendzustand irgend eines Rundwurmes sein müsse; ja Küchenmeister ging später sogar so weit, dieses Würmchen für den Jugendzustand des im Dickdarm des Menschen (bei Kindern und Erwachsenen gleich) häufig vorkommenden Peitschenwurms (Trichocephalus dispar), eines durchaus ungefährlichen Parasiten, zu erklären, obwol nicht einzusehen war, wie in diesem Falle der unvollkommene Wurm später in den Darmkanal des Menschen gelangen sollte.

Die Aufhellung der Entwicklungsgeschichte und Bedeutung dieses so lange Zeit räthselhaft gebliebenen Wurmes würde wahrscheinlich jetzt noch nicht erfolgt sein, wären nicht zufällig Trichinen in Thieren aufgefunden worden. Im Jahre 1845 fanden Herbst in Göttingen und 1849 Gurlt in Berlin Trichinen in Katzen, 1848 Herbst in einem Hunde und 1847 der Amerikaner Leidy in einem Schweineschinken. Diese Entdeckungen, namentlich aber der Umstand, daß zu Anfang der fünfziger Jahre Küchenmeister durch Fütterung von Hunden mit lebenden Schweinefinnen den Zusammenhang der Blasen- und Bandwürmer schlagend nachgewiesen hatte, veranlaßten Prof. Herbst, Fütterungsversuche mit trichinösem (und zwar lebende Trichinen enthaltendem) Fleisch zu machen. Zunächst fütterte er einen zahmen Dachs mit dem Fleisch des erwähnten Hundes. Dieser Dachs starb 1850, und die mikroskopische Untersuchung seines Fleisches ergab, daß dasselbe zahlreiche Trichinenkapseln enthielt. Einige Jahre später (1855) entdeckte Prof. Leuckart in Gießen, welcher Mäuse mit trichinösem Menschenfleisch gefüttert hatte, daß im Darmkanal dieser Thiere die Trichinen aus ihren Kapseln herausgefallen waren, sich besonders im Dickdarm befanden und bereits am dritten Tage das Doppelte ihrer Größe erreicht hatten. Weitere Fütterungsversuche mit trichinösem Katzenfleisch bei Kaninchen lieferten dasselbe Resultat. Gleichzeitig beschäftigte sich Professor Virchow in Berlin mit Fütterungsversuchen und fand, daß bereits am vierten Tage nach der Fütterung viele der im Darmkanal der Versuchsthiere aus ihren Kapseln geschlüpften und vergrößerten Trichinen Eier zu entwickeln begonnen hatten. Noch immer aber war man über die wahre Natur und die Lebensgeschichte der Trichinen im Unklaren. Man kannte weder die

völlig ausgereiften Thiere, noch die Wanderungen und die Entwicklungsweise der jungen Brut. Am wenigsten aber hatte man eine Ahnung, wie gefährliche Gäste die Trichinen seien.

Erst den vereinten weitern Untersuchungen von Leuckart, Virchow und Prof. Zenker in Dresden sollte es erst vorbehalten sein, den Schleier zu lüften, unter dem bis dahin noch immer die Entwicklung und Bedeutung der Trichinen verhüllt lag. Im Januar 1860 hatte Leuckart $1\frac{1}{2}$ Kilogramm lebende Trichinen enthaltendes Menschenfleisch von einem im Spital zu Halle verstorbenen Manne bekommen und dasselbe an drei Hunde und 2 junge Schweine verfüttert. Jedes Versuchsthier erhielt 220 bis 230 Gramm Fleisch und mit demselben, da 10 Milligramm durchschnittlich von 12 bis 15 Trichinen bevölkert waren, im Ganzen ungefähr 300,000 eingekapselte Trichinen. Schon am vierten Tage nach geschehener Fütterung zeigte sich bei dem einen dann geschlachteten Hunde die ganze Innenwandung des Darmkanals mit einem weißen Schleim überzogen, in welchem die mikroskopische Untersuchung eine zahllose Menge äußerst kleiner Fadenwürmchen nachwies. Außerdem fanden sich im Darmkanal Tausende freigewordener Trichinen, welche sich vergrößert und deutlich ausgebildete Geschlechtsorgane entwickelt hatten, sowie andere, welche von Eiern und Jungen strotzten. Durch diese und andere Versuche Leuckart's wurde festgestellt, daß 1. die Trichine getrennten Geschlechts ist und im entwickelten Zustande eine bis dahin unbekannte lebendige Junge gebährende Wurmart repräsentirt, die eine nur unbedeutende Größe besitzt und schon nach wenigen Tagen aus den früher eingekapselten Muskeltrichinen hervorgeht; 2. daß die Einwanderung der im Darm geborenen jungen Trichinen in die Muskeln bei großer Menge jener mit bedeutenden Krankheitserscheinungen verknüpft sei, ja sogar den Tod herbeiführen könne, denn alle Versuchsthiere hatten Symptome von Darmaffektion, Fieber und Gliederschmerzen gezeigt; ja von 9 Kaninchen, die nicht geschlachtet wurden, waren 7 gestorben. Der Zufall wollte es nun, daß um dieselbe Zeit, wo Leuckart diese interessanten und wichtigen Fütterungsversuche machte, der erste eklatante Fall einer mit dem Tode endenden Trichinenkrankheit in Dresden sich ereignete. Am 12. Januar 1860 wurde ein bis kurz zuvor völlig gesund gewesenes Dienstmädchen aus dem Dorfe Planen, welches seit Weihnachten an Mattigkeit, Schlaflosigkeit, Mangel des Appetits, Verstopfung, Durst und Hitze gelitten hatte, in das Dresdener Stadtkrankenhaus gebracht und daselbst, obwol manche Symptome fehlten, als Typhuskranke behandelt. Zu den schon genannten Beschwerden gesellte sich bald eine außerordentliche Schmerzhaftigkeit der Beine und Arme, verbunden mit krampfhafter Beugung der Kniee und Ellnbogen und völliger Unmöglichkeit, die zusammengezogenen Glieder wieder zu strecken. Zugleich schwollen Gesicht und Unterschenkel an, und die Kranke jammerte Tag und Nacht. Endlich, nachdem typhöse Lungenaffektion hinzugetreten war, erfolgte am 27. Januar der Tod des Mädchens. Durch briefliche Mittheilungen von Seiten Leuckart's aufmerksam gemacht, ordnete Zenker die mikroskopische Untersuchung des Fleisches an und war nicht wenig überrascht. als in dem Körper dieses Mädchens Millionen lebender, theils noch nicht, theils bereits eingekapselter Trichinen vorgefunden wurden*). Auch fanden

*) Ein Präparat, welches ich selbst aus einem Armmuskel dieses Mädchens besitze, läßt in 3 Fleischfäserchen 45 Trichinen erkennen.

sich noch geschlechtsreife Trichinen, Männchen von 1½ Millim. und von Embryonen strotzende Weibchen von 4 Millim. Länge im Darmkanal. Die sofort angestellte Nachforschung ergab, daß die Dienstherrschaft des Mädchens kurz vor Weihnachten ein Schwein geschlachtet, das Mädchen, der Fleischer und mehrere Glieder der Familie beim Wurstmachen rohes Fleisch genossen hatten, infolge dessen dann alle Personen mehr oder weniger krank geworden waren, insbesondere der Fleischer längere Zeit, angeblich an Gicht, die aber von auffälliger Steifigkeit und Schmerzhaftigkeit der Glieder und der Nackenmuskeln begleitet gewesen, daniedergelegen hatte, endlich, daß ein von jenem Schwein noch übrig gebliebener Schinken von Trichinen wimmelte. Dieser Fall erregte ungeheures Aufsehen, zunächst in der wissenschaftlichen Welt, und öffnete wenigstens den Aerzten und Naturforschern die Augen bezüglich der Bedeutung jenes mikroskopischen Wurmes. Noch gegen Ende desselben Jahres kamen im Leipziger Spital wahrscheinlich zwei Trichinenerkrankungen vor, welche jedoch nicht mit dem Tode endeten, und schon damals empfahl Prof. Wunderlich, bei schweren, dem Typhus oder dem akuten Rheumatismus ähnlichen Fällen stets an Trichinen zu denken. Seitdem haben sich die Fälle von Trichinenkrankheiten, ja von förmlichen kleinen und größeren Epidemien, gemehrt. Die wichtigsten waren folgende.

Im Jahre 1861 erkrankten in einem Waldeck'schen Dorfe 3 Personen einer Familie infolge des Genusses von Schweinefleisch, welches, wie die später noch vorgenommene Untersuchung ergab, trichinenhaltig gewesen war. In den Exkrementen der Erkrankten, welche genasen, wurden Darmtrichinen nachgewiesen. Das Jahr 1862 brachte mehrere Epidemien, welche theils sofort, theils in der Folge als durch Trichinen hervorgebracht erkannt wurden. Bei der ersten, im März zu Plauen im Voigtlande ausbrechenden, wo 20 Personen in der Stadt, außerdem fast eben so viele in der Umgegend erkrankten, jedoch nur ein Todesfall eintrat, wurde zum ersten Male die Gegenwart von Muskeltrichinen nachgewiesen, indem ein Kranker sich entschloß, sich eine Fleischprobe mittels der sogenannten Harpune, eines eigens dazu konstruirten Instruments, aus dem Arm nehmen zu lassen. Dasselbe geschah bald darauf in Heidelberg bei einem Fleischer, welcher viel rohes Hackfleisch gegessen hatte und hiernach unter allen Symptomen der Trichinosis (wie die Aerzte jetzt sagen) erkrankt war, jedoch nach 10wöchentlichem Leiden genas. Die mit der Harpune aus der einen Wade genommene Fleischprobe von der Größe eines Hanfkorns enthielt 7 Trichinen. Später brach in Calbe an der Saale eine Trichinenepidemie aus, bei welcher von 38 erkrankten Personen 8 verstarben. Desgleichen wurde in Magdeburg und Blankenburg am Harz in diesem Jahre, wie bereits seit 1858, eine eigenthümliche, angeblich gastrisch-rheumatische, mit Anschwellung der Glieder und den quälendsten, durch kein Mittel zu lindernden Muskelschmerzen verbundene Krankheit beobachtet, an welcher Hunderte von Personen (in Blankenburg 278 Soldaten einer Kaserne) litten und 4 (2 in Magdeburg, 2 in Blankenburg) verstarben. Auch diese auffälligen Krankheiten wurden später auf Trichinen zurückgeführt, indem die Aerzte in Magdeburg im Dezember 1862 zwei hergestellten Kranken, in Blankenburg erst 1864 einem damals erkrankt gewesenen Forsteleven, Muskelproben entnahmen und darin eingekapselte, aber noch lebende Trichinen auffanden. Im Jahre 1863 brach zunächst auf Rügen eine Trichinenepidemie aus, nachdem dort schon zwei Jahre früher eine Menge Personen unter an Trichinose erinnernden

Symptomen erkrankt waren. Von 20 Erkrankten starben 2, und zwar gerade die Frauen, welche bei einer Schweineschlächterei die Würste gemacht und viel Hackfleisch gegessen hatten. In den noch vorhandenen Würsten wurden lebende Trichinen nachgewiesen. Im März erkrankten in Quedlinburg nach einander 7 Personen, wovon eine acht Tage nach Genuß von Schweinefleisch starb. Ein noch übrig gebliebener Schinken zeigte sich mäßig durchspickt mit eingekapselten Trichinen. In Falkenstein erkrankten 3 Personen einer Familie und ein Fleischer, bei welchem in einer entnommenen Muskelprobe die Trichinen nachgewiesen werden konnten. Dieser Mann hatte 8 Tage in Salz gelegenes und dann leicht geräuchertes, aber nicht gekochtes Schweinefleisch gegessen. Im August brach in Plauen im Voigtlande eine zweite Epidemie aus, welche 21 Personen ergriff, jedoch keinen Todesfall zur Folge hatte. Die Ursache war der Genuß der Knackwürste eines am 22. August geschlachteten, schwach trichinösen Schweines gewesen. Ob die im September in Posen infolge von Schweinefleischgenuß eingetretene Krankheit, von welcher ca. 50 Personen ergriffen worden, von Trichinen hergerührt haben mag, wie es allerdings wahrscheinlich ist, hat nicht nachgewiesen werden können, da kein Kranker starb und die einzige Harpunenprobe, welche gemacht werden konnte, ohne Erfolg blieb. Wol aber ereigneten sich im Jahre 1863 noch zwei Fälle, welche theils die weite Verbreitung der Trichinen, theils deren lange Lebensdauer in eingekapseltem Zustande bewiesen. Am 24. April starb in Hamburg im Hospital ein Schiffsjunge, welcher auf der Reise von Valparaiso in Chili nach Hamburg vom Fleische eines aus Valparaiso mitgenommenen, am ersten April auf dem Schiffe geschlachteten Schweines gegessen hatte, das, wie die Untersuchung der noch vorhandenen Stücke Salzfleisch ergab, sehr stark trichinös gewesen war. Die Muskeln des Knaben wimmelten von noch nicht eingekapselten Trichinen. Von der Schiffsmannschaft waren noch ein Matrose und der Schiffszimmermann erkrankt; Letztere genasen, Ersterer war aber noch während der Reise, angeblich am Typhus, gestorben. Im Mai schnitt der berühmte Operateur Langenbeck in Berlin einem Manne ein krebsartiges Geschwür aus und fand dabei in den anhängenden Muskelfasern eingekapselte, noch lebende Trichinen. Es ergab sich, daß jener Mann nebst 6 Andern bei Gelegenheit einer Schulvisitation in einer Provinzialstadt Sachsens im Jahre 1845 ein Frühstück eingenommen (vermuthlich Fleischwurst oder Schinken gegessen) hatte, infolge dessen dann Alle schwer erkrankt, ja sogar 4 gestorben waren. Der Herbst des Jahres 1863 brachte die erste große Trichinenepidemie, welche bis zum Frühjahre 1864 währte und leider viele Opfer verlangte. In Hettstädt und Umgegend erkrankten nach einem großen, zu Ehren der Leipziger Schlacht veranstalteten Festessen, wobei ein am 6. Oktober geschlachtetes Schwein, welches, wie die Untersuchung der übrig gebliebenen Schwartenwurst ergab, trichinös gewesen war, die Veranlassung gegeben hatte, im Ganzen 159 Personen, von denen 28 starben. In allen Leichnamen wurden zahllose Trichinen nachgewiesen. Zugleich ergab sich, daß einige Personen auch infolge des Genusses von Rindfleisch, welches zufällig auf dem Hackklotze, der zum Zerhacken jenes Schweines gedient hatte, verarbeitet worden war, krank geworden waren. Im Februar 1864 wurde in Hettstädt ein zweites trichinöses Schwein geschlachtet, und es erkrankten infolge des Genusses von dessen Fleische 8 Personen, darunter der Fleischer, und eine Katze, welche starb. In Leipzig kamen ungefähr um dieselbe Zeit 14

Erkrankungen vor, von denen 2 mit dem Tode endeten, wobei die Trichinen durch eine Muskelprobe an einem Kranken und bei der einzigen gestatteten Sektion nachgewiesen wurden. Im März brach in Quedlinburg eine zweite große Epidemie aus, bei welcher 90 Erkrankungen vorkamen, jedoch nur 2 einen tödlichen Ausgang hatten. Ursache war der Genuß rohen Bratwurstfleisches. Ferner kamen zu Anfang des Sommers viele Trichinenkrankheiten in Hannover vor, welche große Bestürzung erregten. Endlich wurde in diesem Jahre konstatirt, daß in Ostindien die Trichinenkrankheit unter den Eingeborenen eine sehr häufige Erscheinung sei, nachdem im englischen Spital zu Kalkutta mehrere Trichinenfälle beobachtet worden waren. Die großartigste Epidemie sollte aber das Jahr 1865 bringen. Nachdem im Laufe desselben einzelne Trichinenerkrankungen, von denen das Publikum kaum Kunde erhalten hat, in Berlin und anderwärts vorgekommen waren, brach im Herbst die Epidemie zu Hedersleben und in dessen Umgegend aus, bei welcher über 300 Erkrankungen und mehr als 100 Todesfälle vorgekommen sind. Möglich übrigens, daß damals nicht alle Erkrankungen vom Genuß trichinösen Schweinefleisches hergerührt haben, da angeblich auch ein wuthkrankes (?) Schwein geschlachtet und gegessen worden sein soll. Indessen läßt sich nicht verkennen, daß man bei dieser Epidemie, welche so bedeutendes Aufsehen und große Bestürzung allenthalben hervorrief, von verschiedenen Seiten her geflissentlich bemüht gewesen ist, die wahre Ursache zu vertuschen, um das Urtheil des großen Publikums irre zu leiten; denn daß dabei die Trichinen wirklich eine hervorragende Rolle gespielt haben, geht aus den Resultaten der Sektionsbefunde und der Harpunenproben unwiderleglich hervor. Gleichzeitig brach in mehreren Dörfern der sächsischen Oberlausitz eine Trichinenepidemie aus, bei welcher durch zahlreiche Harpunenproben das Dasein lebender Muskeltrichinen ebenfalls nachgewiesen werden konnte (ebenso im Jahre 1870). Auch später sind noch an anderen Orten vielfach einzelne Fälle und Epidemien von Trichinose beobachtet worden, doch würde es zu weit führen, dieselben hier aufzuzählen. Es mag die Bemerkung genügen, daß die Trichinen mit dem Schweine so ziemlich über die ganze Erde verbreitet sind und überall — wenn auch nicht überall gleich häufig, je nach der Behandlung des Fleisches — Erkrankungen bedingt haben. So eben, während wir dieses schreiben, herrscht auch in Leipzig wieder eine Trichinenepidemie, die gegen 100 Personen heimsucht, und einer auch bereits das Leben gekostet hat.

Wir haben die Geschichte der Trichinen und der Trichinenkrankheit deshalb so eingehend geschildert, weil wir hoffen, dadurch auch denjenigen Lesern, welche bisher noch Zweifel über die Gefährlichkeit dieses mikroskopischen Wurmes gehegt haben und vielleicht der leider noch sehr verbreiteten Ansicht, die ganze Sache sei eine Schwindelei der Aerzte und Naturforscher, zugethan gewesen sein sollten, die Augen geöffnet zu haben. Meistens haben Personen, welche dergleichen leichtfertige Urtheile fällen, keine Kunde weder von der Geschichte der Trichinen, noch weniger von den bereits nach Tausenden zählenden Fütterungsversuchen, welche an Universitäten, landwirthschaftlichen Lehranstalten und Thierarzneischulen in Deutschland, England, Frankreich und anderwärts angestellt worden sind und unausgesetzt angestellt werden, und durch welche die Richtigkeit alles Dessen, was wir ebensowol über die Entwicklungsgeschichte als über die Gefährlichkeit des Wurmes angeführt haben, unwiderleglich bewiesen worden ist.

Wenden wir uns jetzt zu dem Wurme selbst, und zwar zunächst zu dem geschlechtsreifen, der Darmtrichine. Die ausgewachsenen weiblichen Darmtrichinen messen nach Leuckart und Pagenstecher, denen wir die genauesten Untersuchungen über die Strukturverhältnisse und Entwicklungsgeschichte der Trichinen verdanken, 2,5 bis 3,4 Millim. in der Länge, während die viel weniger zahlreichen Männchen höchstens 1,6 Millim. Länge erreichen. Fig. 282 zeigt ein Weibchen, Fig. 283 ein Männchen, 150mal im Durchmesser vergrößert. In beiden Figuren ist bei A das Kopfende mit der kleinen Mundöffnung, bei B das Schwanzende mit dem After. In Fig. 282 sieht man bei b den mit Eiern gefüllten Eierstock, welcher bei d in den langen und bei e in den nach außen mündenden Eierleiter übergeht. Zwischen c und d strotzt derselbe von Eiern, zwischen d und e von Embryonen d. h. aus den Eiern bereits ausgeschlüpften Jungen, von denen die bereits größer gewachsenen neben der Hauptfigur besonders abgebildet sind. Bei f bemerkt man das Speiserohr, welches sich in einem engen, auf der Figur nicht wahrnehmbaren Darmkanal verlängert. An der männlichen Darmtrichine fallen namentlich die zapfenförmigen Verlängerungen am After (die Begattungsorgane) auf, woran die Männchen stets sicher erkannt werden können. Bei a sieht man die Keimdrüse, bei b den rosenkranzförmigen, sogenannten Zellenkörper, der dem Oesophagus anliegt und beiden Geschlechtern in wesentlich gleicher Weise zukommt. Das Wachsen und Reifwerden der in den Darmkanal gelangten Muskeltrichinen erfolgt überaus rasch. Die Fütterungsversuche haben ergeben, daß oft schon 54 Stunden nach geschehener Fütterung ein Theil der aus den Muskeltrichinen hervorgegangenen Weibchen, nach 90 Stunden die große Mehrzahl der Weibchen befruchtet war; ja nach kaum 5 Tagen wurden schon geborene junge Trichinen gefunden. Ihrer Kapseln entledigen sich die Muskeltrichinen (wenn dieselben überhaupt eingekapselt waren) schon im Magen des Thieres oder Menschen, worauf sie mit der verdauten Speise in den Darmkanal gelangen, woselbst sie in kaum 2 Tagen zu geschlechtsreifen Darmtrichinen auswachsen und sich nach erlangter Geschlechtsreife sofort begatten. Die Männchen sterben bald nach der Begattung, die Weibchen leben so lange, bis sie alle in ihnen entstandenen Embryonen geboren haben, worauf sie ebenfalls zu Grunde gehen. Nach den ersten Beobachtungen nahm man an, daß ein Weibchen nur 60—80 Eier zu erzeugen vermöge; jetzt ist nachgewiesen, daß die Zahl der Eier und Embryonen mehrere Tausende beträgt, da dieselben sich nicht auf einmal, sondern nach und nach entwickeln und die Entwicklung über 6—8 Wochen zu währen vermag. Man hat schon 5—600 abgelöste Eier und ausgelaufene Junge in einer einzigen Darmtrichine gezählt. Die eben im Eierstock gebildeten Eier messen 0,003 Millim., die reifen Eier 0,03 Millim.; die frisch ausgelaufenen, aber noch im Eierleiter der Mutter eingeschlossenen Jungen 0,008 bis 0,012 Millim., die eben geborenen Jungen bis 0,013 Millim. in der Länge. Die ganze Embryonalentwicklung dauert durchschnittlich drei Tage. Die Jungen verlassen sehr bald den Darmkanal, indem sie sich gleich unendlich feinen Nadeln durch die Darmwand bohren. Wenige Tage später findet man sie in alle willkürlichen (d. h. dem Willen des Menschen unterworfenen), aus quergestreiften Fasern bestehenden Muskeln eingewandert, sodaß bei sehr großer Menge der Trichinen alles Fleisch des Menschen oder Versuchsthieres von denselben durchspickt erscheint und selbst ein linsen=

großes Stückchen einzelne Trichinen enthält. War dagegen die Zahl der eingewanderten Trichinen mäßig oder gering, so erscheinen dieselben sehr ungleichmäßig vertheilt, doch wird man sie auch dann im Zwerchfell, in der Zunge, in den Kau- Brust-, Hals- und Nackenmuskeln, d. h. in allen denjenigen Muskeln, welche beim Athmen und Essen gebraucht werden, sicher finden, denn in diese Muskeln wandern die jungen Trichinen vorzugsweise und zuerst ein. Dieses vielfach beobachtete konstante Vorkommen macht die Annahme daß die Trichinen in dem sogenannten Bindegewebe (d. h. dem zwischen den Muskeln und Muskelbünden befindlichen Zellgewebe) fortwandern, vielleicht auch durch die Bewegung der Muskeln (deren abwechselndes Zusammengezogen und Ausgestreckt werden) mechanisch fortgetrieben werden mögen (gerade wie es bei im Körper herum wandernden Nähnadeln geschieht), nicht unwahrscheinlich, denn die Brust- und andere Muskeln werden beim Athmen fortwährend und gleichmäßig bewegt. Wenigstens ist dies wahrscheinlicher, als daß die jungen Trichinen sich in die Blut- und Lymphgefäße einbohren und vom Blut und Lymphstrom fortgeführt werden sollen, wie Manche behauptet haben, da im Blut höchst selten, im Bindegewebe dagegen immer vereinzelte Trichinen angetroffen worden sind. Die in die Muskeln eingewanderten Trichinen machen sich im Innern einzelner Muskelfasern eine Art Zelle, in welcher sie dann schrauben- oder korkzieherförmig zusammengerollt liegen (häufig sehen sie auch wie Fastenbrezeln aus). Eine solche Zelle hat eine eigene Haut, welche sich mehr und mehr verdickt, wobei in ihr Kalkkörnchen abgelagert werden. Man sagt dann: die Trichinen haben sich eingekapselt, und wenn die Kalkablagerung begonnen hat, welche die Anfangs durchsichtige Kapselhaut trübt und schließlich ganz undurchsichtig macht: die Trichinen sind verkalkt. Ein wirkliches Verkalken des Wurmes selbst, welches stets mit dessen Tode verknüpft ist, tritt aber gewiß sehr spät, vielleicht erst nach 15 bis 20 Jahren ein. Die Verkalkung der Kapselhaut beginnt dagegen zeitig, beim Kaninchen schon nach 80, beim Schwein nach ca. 100 Tagen, vom Moment der Einkapselung an gerechnet. In Fig. 282, wo i eine isolirte Trichinenkapsel darstellt, hat die Kalkablagerung begonnen. In Fig. 283 bemerkt man links (bei a) ein Stückchen Fleisch mit zwei noch unvollkommen entwickelten Trichinenkapseln, rechts (bei c) ein anderes mit vier Kapseln, von denen eine vollkommen verkalkt und undurchsichtig geworden ist, während in drei andern noch der Wurm durchschimmert. Zwischen den beiden Fleischstückchen ist eine weibliche Darmtrichine mit austretenden Jungen abgebildet. Die Länge der Trichinenkapseln beträgt durchschnittlich 0,35, die Breite 0,25 Millimeter, die Länge der darin eingeschlossenen Muskeltrichinen 0,7 bis 1 Millim. Es würden daher 10—12,000 Stück dazu gehören, um ein Klümpchen von der Größe eines gewöhnlichen Steck-



Fig. 282. Weibliche Trichine. Bei i isolirte Trichinenkapsel.

nadelkopfs zu bilden, und nicht weniger als ungefähr sechstausend Millionen zu einem Klumpen von 1 Pfund Gewicht.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich von selbst, daß zur Auffindung der Trichinen im Fleische die mikroskopische Untersuchung nothwendig ist. Denn nur in dem, wie es scheint, beim Schweine ziemlich selten vorkommenden Falle, daß die Muskeltrichinen bereits vollkommen verkalkt sind, werden dieselben mit bloßem Auge oder einer Lupe zu erkennen sein, und zwar als weiße Punkte; aber auch dann müßte eine mikroskopische Untersuchung vorgenommen werden, um zu konstatiren, ob die in den verkalkten Kapseln, welche beim Zerschneiden solchen Fleisches mit

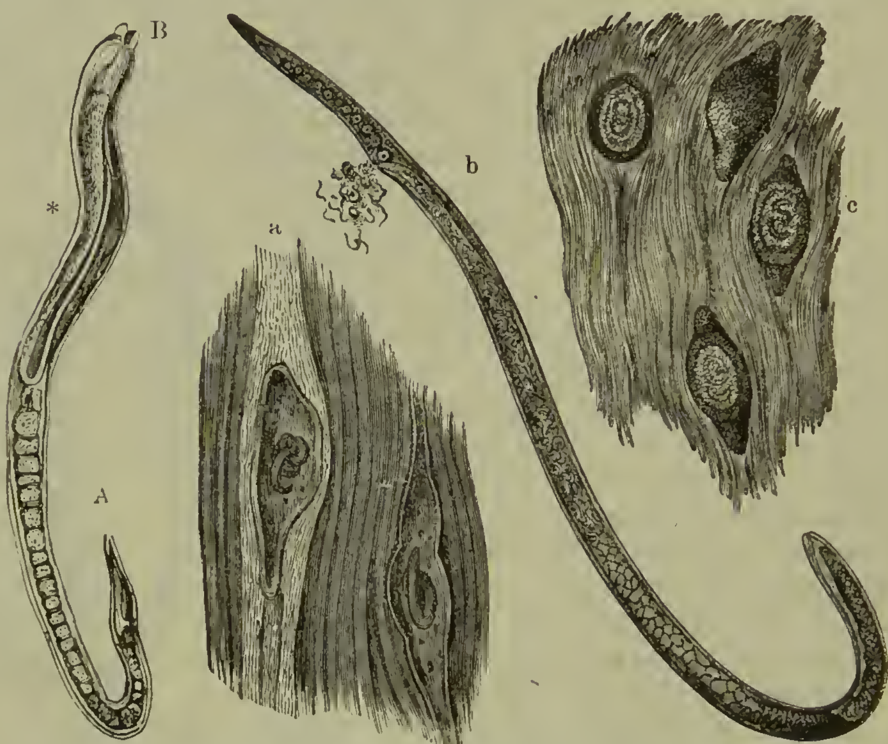


Fig. 283. * Männliche Trichine; a Stück Fleisch mit aufgeschnittenen Trichinenkapseln; b weibliche Trichine; c Fleisch mit verkalkten Trichinenkapseln.

dem Messer den Eindruck von Sandkörnchen machen, eingeschlossenen Würmer noch leben oder nicht. Auch können die weißen Punkte von andern im Fleisch enthaltenen Körnchen, die mit Trichinen gar nichts gemein haben, herrühren (s. unten). Folglich wird unter allen Umständen eine mikroskopische Untersuchung nöthig werden, und wollen wir hier dazu eine kurze Anleitung geben. Man schneidet von den etwa nußgroßen Probefleischstückchen mittels einer feinen, spitzen Schere 4 bis 6 Stück $^1/_4$ Zoll lange und 1 Linie breite Fleischtheile in der Längsrichtung der Muskelbündel heraus und legt diese Stückchen auf die Objektträger. Mittels eines Druckes mit dem Finger wird das Deckgläschen darauf gepreßt und die nun ganz dünn ausgebreitete Fleischmasse bei einer 80- bis höchstens 100fachen Vergrößerung betrachtet. Stärkere Vergrößerungen anzuwenden ist nicht rathsam, da man sonst zu lange Zeit brauchen würde, um die einzelnen Fleischobjekte von dieser Größe in allen Theilen zu untersuchen; ja es wäre dann sogar möglich, daß Objekte, die blos 1—2 Trichinen enthalten, sich

der Beobachtung völlig entzögen, weil sie eben zufällig den Fokus des Objektivs nicht passirten. Ist das Fleisch frisch dem Schweine entnommen, so hat man nicht nöthig, den Objekten Flüssigkeiten beizusetzen, da dann die Fleischstücke ausreichend feucht sind, um durchsichtig zu bleiben; haben dagegen die Fleischstücke schon einige Stunden gelegen, so daß sie etwas abgetrocknet sind, und zeigt sich das Objekt rissig und mit Luftblasen erfüllt, so ist, um Irrungen zu vermeiden, durchaus nöthig, einen Tropfen Wasser oder eben so viel verdünntes Glycerin zuzusetzen. Sollte man altes Fleisch, Cervelatwurst, Schinken ꝛc., zu untersuchen haben, so muß man anders verfahren, da man dann mit Wasser oder Glycerin nicht auskommt. Am besten thut man, wenn man mit einem feinen Messer möglichst dünne Scheibchen lostrennt und diese auf dem Objektträger mit Potaschenlösung oder noch besser mit Aetzkalilauge befeuchtet zur Beobachtung bringt, wodurch das Objekt ausreichend durchsichtig wird. Schinken muß übrigens zuvor in lauem Wasser eine Zeit lang aufgeweicht werden. Findet man bei der Untersuchung alte, verkalkte Trichinen, die sich nur als undurchsichtige Flecken bei durchfallendem Licht zu erkennen geben, aber im Innern nichts Wurmartiges sehen lassen, so muß man einen Tropfen Essigsäure zusetzen, damit durch diese der Kalk aufgelöst und die Trichinenkapsel durchsichtig gemacht werde. Dann erscheint darin die Trichine als spiralig aufgerollter Wurm. Hat man nun von allen Fleischprobestücken (über deren zweckmäßigste Entnahme weiter unten gesprochen werden soll) eine ausreichende Anzahl von Präparaten untersucht und nichts Verdächtiges vorgefunden, so läßt sich wol der Schluß ziehen, daß das Schwein oder betreffende Schweinefleisch entweder trichinenfrei sei oder derselben doch nur wenige enthalten und folglich ohne besondere Gefahr genossen werden könne. Noch ist darauf aufmerksam zu machen, daß im Schweinefleisch (auch in anderem) häufig Körper vorkommen, welche, weil sie zum Theil Trichinenkapseln ähnlich sehen, den Unkundigen und namentlich einen Anfänger im Mikroskopiren irreleiten können. Zwischen den Fleischfasern finden sich sehr häufig Reihen und Gruppen von Fettbläschen (Fig. 284 a,a), die auch oft um die Trichinenkapseln herumliegen. Wer sie einmal gesehen hat, wird sie leicht wiedererkennen und sich durch dieselben eben so wenig irre leiten lassen, als durch etwaige Luftblasen, welche als dunkel konturirte Kugeln erscheinen (Fig. 284 b), oder mit Luft ausgefüllte Spalten, welche ebenfalls dunkel umsäumt erscheinen (Fig. 284 c). Anders verhält es sich mit den sogenannten Rainey'schen Schläuchen oder Körperchen (Psorospermien), langgestreckten, seltner ovalen, mit einem körnigen Inhalt erfüllten Schläuchen, welche oft die Form verkalkter Trichinenkapseln annehmen, nur zuweilen, aber manchmal in sehr großer Menge auftreten und hinsichtlich ihrer



Fig. 284. Fleisch mit Fettzellen, eingekapselten Trichinen u. a. m.

Entstehung und Bedeutung noch unerforscht sind (Fig. 284 d d d; bei e e zwei eingekapselte Trichinen mit in der Verkalkung begriffener Kapselwand).

Hat man in einem frisch geschlachteten Schweine Trichinen gefunden, so werden sich dieselben bei einer Erwärmung der Glasplatte, worauf das Präparat liegt, bis zu 36° R. zu bewegen anfangen. Steigert man die Temperatur, so wird bis zu 45° R. und darüber die Bewegung immer lebhafter werden, bei 50° dagegen in eine zuckende übergehen. Erhitzt man noch stärker, so stirbt schließlich der Wurm, sicher jedoch erst bei Siedehitze (80°). Siedehitze wird folglich die beste Vorsichtsmaßregel sein, um sich gegen die Ansteckung dieser mikroskopischen Parasiten zu schützen, aber freilich muß auch die Siedehitze alle Theile, selbst die innersten, des betreffenden Fleischstückes treffen, soll das Kochen oder Braten völlige Sicherheit gewähren. Bei größeren Fleischstücken wird dies erst nach mehrere Stunden langem Kochen oder Braten eintreten. Sorgfältige Beobachtungen haben gezeigt, daß ein 4 Pfund großes Stück Schweinefleisch, welches 1½ Stunde lebhaft gekocht worden war, im Innern erst eine Temperatur von 52° angenommen hatte, eine Temperatur, bei welcher es immerhin möglich ist, daß die ihr ausgesetzt gewesenen Trichinen lebend geblieben sind. Deshalb müssen auch Cervelat-, Brat- und Knackwürste, welche nur schwach geräuchert sind, sowie nur flüchtig gebratene Fleischspeisen aus Schweinefleisch, namentlich Fleischklößchen, als höchst gefährlich bezeichnet werden, weil alle diese Speisen in der Mitte noch mehr oder weniger roh sind. Sie bilden vorzüglich die Träger der Trichinose, zumal Würste, deren Entstehung man nicht kennt, da die Fleischer bekanntlich oft Fleisch von verschiedenen Schweinen „in die Wurst hacken". Da kann es selbstverständlich leicht vorkommen, daß gesundes und trichinöses Schweinefleisch in eine Wurst gelangt, und dann wird die mikroskopische Untersuchung gar keine Sicherheit gewähren. Wie leicht eine Ansteckung durch aus trichinösem Schweinefleisch bereitete Würste, Fleischklößchen und andere nicht gut gekochte oder gebratene Speisen geschehen kann, beweisen die zahlreichen Fütterungsversuche, welche Professor Jul. Kühn in Halle auf Anordnung des Königl. Kuratoriums der Universität im Jahre 1864 angestellt und in einem höchst beachtenswerthen Aufsatz ausführlich beschrieben hat*). Es wurden 12 gesunde, 6 Wochen alte Schweineferkel mit trichinösem (eingekapselte Trichinen enthaltendem) Schweinefleisch gefüttert und dieses gegeben 1. als Wellfleisch (1 Stunde 39 Minuten gekocht), 2. als gar gekochtes Fleisch (hatte vom Eintritt des Siedens an 2¼ Stunde lang gekocht), 3. als Fleischklößchen (18 Minuten lang gebraten), 4. als Carbonade (15 Minuten lang gut durchgebraten), 5. als schwach gebratenes Fleisch (1 Stunde 32 Minuten gebraten), 6. als gut durchgebratenes Fleisch (2½ Stunde lang gebraten), 7. als Blutwurst (1 Stunde 32 Minuten gekocht), 8. als Schwartenwurst (2¼ Stunde gekocht), 9. als geräucherte Fleischwurst (14 Tage lang geräuchert), 10. als gebratenes Pökelfleisch (10 Tage lang gepökelt und 2½ Stunde gebraten), 11. als Schinken (10 Tage geräuchert), 12. als Schinken (22 Tage geräuchert). Es ergab sich nach der zu gehöriger Zeit vorgenommenen Tödtung der Versuchsthiere, daß bei Thier 1 in je 15 Präparaten aus 18 verschiedenen Muskelpartien nur 3 Trichinen, bei Thier 2 in 270 Präparaten nur

*) Untersuchungen über die Trichinenkrankheit der Schweine. Vom Professor Dr. Kühn. In „Mittheilungen des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle." Jahrg. 1865.

1 Trichine, bei Thier 3 dagegen (mit Fleischklößchen gefüttert) in eben so viel Präparaten 224 Trichinen, bei Thier 4 in eben so viel Präparaten nicht eine Trichine, bei Thier 5 in gleich vielen Präparaten 14 Trichinen, bei Thier 6 keine Trichine, bei Thier 7 eine einzige Trichine in der Zunge, bei Thier 8 keine Trichine, bei Thier 9 in 270 Präparaten aus 18 verschiedenen Theilen ebenfalls keine Trichine, desgleichen bei Thier 10, 11 und 12 keine Trichinen sich zeigten. Folglich ist der Genuß von Fleischklößchen und anderem schwach und nicht durch gebratenem Fleische, desgleichen von nicht geräucherten Fleischwürsten am gefährlichsten, dagegen derjenige von gut gekochtem, gut durchgebratenem oder gut geräuchertem Fleisch unbedeutlich, wenigstens nicht gefährlich. Noch sei bemerkt, daß nach andern von Kühn mit Kaninchen angestellten Fütterungsversuchen eine zweimonatliche Aufbewahrung trichinösen Schweinefleisches im gefrorenen Zustande die Trichinen tödtet, ein ein bis anderthalbmonatliches Gefrorensein dagegen nicht vollständig. Höchst interessant und beachtenswerth sind ferner die Fütterungsversuche, welche Kühn anstellte, um zu ermitteln, in welcher Weise sich die Trichinen im Körper des Schweines verbreitet finden und ob sie in einzelnen Körpertheilen besonders regelmäßig und häufig seien. Fünf gesunde Schweine wurden mit stark trichinösem Fleisch gefüttert, und zwar Schwein A (7 Monate alt) mit 100 Gramm trichinösem Katzenfleisch und 91 Gramm trichinösem Kaninchenfleisch, an 3 verschiedenen Tagen, Schwein B (von gleichem Alter) mit 100 Gramm Katzenfleisch und 80 Gramm Kaninchenfleisch, Schwein C (ein Jahr alt) mit 100 Gramm Kaninchenfleisch und 100 Gramm Schweinefleisch an 4 Tagen, Schwein D (¹/₄ Jahr alt) mit 103 Gramm sehr stark trichinenhaltigem Schweinefleisch, Schwein E (6 Wochen alt) mit 300 Gramm Schweinefleisch zu sieben verschiedenen Zeiten. Alle Schweine erkrankten mehr oder weniger, doch nicht sogleich, A, B, C und E erholten sich wieder vollkommen, während D starb. In des letzteren Darmen fand man eine ungeheure Masse Darmtrichinen, in den Muskeln wenig junge Trichinen, weil der Tod offenbar infolge der Reizung seitens der Darmtrichinen eingetreten war. Die mikroskopische Untersuchung des Fleisches der andern 4 später getödteten Versuchsschweine, sowie dreier anderer, welche mit trichinösem Wellfleisch, Fleischklößchen und schwach gebratenem Fleisch gefüttert worden waren, sowie eines durch Harpunirung als trichinös erkannten (nicht gefütterten) Schweines ergab nun die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultate, wobei zu bemerken ist, daß bei jedem Schweine je 15 Präparate aus 17 verschiedenen Körpertheilen und 15 Präparate aus den Streckmuskeln des Hinterschenkels, also im Ganzen 300 Präparate, gemacht und untersucht wurden.

Es geht hieraus hervor, daß 1. die Verbreitung der Muskeltrichinen eine höchst ungleichmäßige ist, 2. daß es Muskelpartien giebt, in welche vor allen andern die jungen Trichinen einwandern, 3. daß bei mikroskopischer Untersuchung eines getödteten oder eines lebenden Schweines (mittels der Harpune) es nicht genügt, einige wenige Präparate aus beliebigen Stellen des Körpers zu entnehmen, sondern zahlreiche (mindestens 5) aus allen denjenigen Fleischpartien, welche zuerst und vorzugsweise trichinös werden. Es sind dies: das Zwerchfell, die Zwischenrippenmuskeln, die Backen- oder Kau- und Nackenmuskeln, die Zunge, die Augenmuskeln, in zweiter Linie die Lendenmuskeln, Streckmuskeln, die Waden- und die Beugemuskeln des Hinterschenkels. Findet man in diesen

Fleischpartien nichts, so kann man überzeugt sein, daß das Schwein entweder keine oder nur äußerst wenige Trichinen enthält. Nur eine sorgfältige, in der angegebenen Weise bei einem ganzen Schwein ausgeführte mikroskopische Untersuchung vermag genügende Sicherheit zu gewähren.

Es wurden gefunden:	Durchschnittsgehalt des ganzen Körpers pro Pfund.	Gehalt des trichinenreichsten Körpertheils pro Pfund.	Verhältniß des Durchschnittsgehaltes zu dem Gehalt des trichinenreichsten Körpertheils.
Bei dem Schweine A	110964 Trich.	304092 (Lendenmuskeln)	1 : 2,74
" " " B	177192 "	578945 (Schulterblattmuskeln)	1 : 3,26
" " " C	307367 "	684208 (Beugemuskeln d. Hinterschenkels)	1 : 2,23
" " " E der rechten Seite	3,872530 "	6,461966 (Zwischenrippenmuskeln)	1 : 1,66
" " " E der linken Seite	5,110684 "	10,748501 (Zwischenrippenmuskeln)	1 : 2,10
Bei Fütterung mit Wellfleisch	1052 "	5848 (Backenmuskeln)	1 : 5,56
" " " Fleischklöschen	77017 "	461987 (Lendenmuskeln)	1 : 6
" " " schwach gebratenem Fleisch	4824 "	29420 (Halsmuskeln)	1 : 6,06
Spontan trichin. Schwein	29737 "	105263 (Lendenmuskeln)	1 : 3,54

Höchst beachtenswerth sind ferner die Untersuchungen, welche die Professoren Fuchs und Pagenstecher in Heidelberg im Auftrage des großherzoglich badischen Handelsministeriums bezüglich der Lebensdauer und Fortpflanzungs- (resp. Ansteckungs-)Fähigkeit der Trichinen im Jahre 1864 angestellt und in einer werthvollen Schrift niedergelegt haben*). Sie fütterten zunächst 24 Kaninchen mit altem, doch noch nicht bis zum Zerfließen faulem Fleische, welches ausgewachsene Trichinen enthielt. Die Hälfte der Versuchsthiere starb binnen 5 Wochen nach Beginn der Fütterung, die andern wurden getödtet. Fast alle enthielten zahlreiche Darmtrichinen, manche in ungeheurer Menge, 14 auch Muskeltrichinen in verschiedenen Stadien, 4 wandernde Embryonen in der Bauchhöhle. Ferner wurden 3 Schweine mit ausgewachsene Trichinen enthaltendem Kaninchenfleisch, 2 mit junge (nicht eingekapselte) Trichinen enthaltendem Kaninchenfleisch, 1 mit von Darmtrichinen erfülltem Kaninchendarm gefüttert. Die 3 ersten, von denen eins starb, zeigten bei der späteren Untersuchung zahllose Muskeltrichinen; das mit Darmtrichinen und eins der beiden mit jungen Muskeltrichinen gefütterten Schweine keine Spur, weder von Muskel- noch von Darmtrichinen, das zweite mit jungen Muskeltrichinen gefütterte nur eine mäßige Zahl kleiner Darmtrichinen. Die Muskeltrichinen müssen also (gleich den Finnen) einen bestimmten Grad der Entwicklung besitzen, wenn sie im Darme des Schweines (bez. Menschen) zu fortpflanzungsfähigen Darmtrichinen heranwachsen sollen, und sind

*) Die Trichinen. Nach Versuchen von Med. Rath Prof. Fuchs und Prof. Pagenstecher, dargestellt von Pagenstecher. Mit 2 Kupfertafeln. Leipzig 1865.

daher eben in die Muskeln eingewanderte Junge nicht gefährlich. Ferner pflanzen sich Darmtrichinen, auch trächtige, in den Darm eines andern Thieres gebracht, nicht fort, eine in der That auffallende Erscheinung, welche auch trotz den von Prof. Kühn angestellten Fütterungsversuchen, die zum Zwecke hatten, zu ermitteln, ob sich die Schweine durch zufälliges Verschlucken von entleerten trächtigen Darmtrichinen beim Wühlen im Kothe anstecken möchten, noch keineswegs als vollkommen bestätigt angesehen werden darf. Endlich haben Fuchs und Pagenstecher noch Fütterungsversuche an 32 anderen Säugethieren (1 Hasen, 4 Feld-, 2 Wald-, 12 Hausmäusen 3 Wanderratten 1 Hausratte, 2 Meerschweinchen, 2 Hauskatzen, 2 Haushunden, 1 Fuchs, 1 Ziege, 1 Kalb) und 26 Vögeln (10 Eichelhehern, 1 Dohle, 3 Thurmschwalben, 1 Staar, 2 Haustauben, 3 Haushühnern, 1 Truthahn, 2 Hausenten 1 Hausgans, 1 Mäusebussard und 1 Waldkauz), außerdem noch an Amphibien und wirbellosen Thieren (hier ohne allen Erfolg) angestellt. Als Fütterungsmaterial dienten trichinenhaltiges Kaninchen-, Schweine-, Mäuse- und Katzenfleisch und trichinenhaltige Därme verschiedener Versuchsthiere. Von den 32 Säugethieren starben 19 (von den 12 Hausmäusen 10), von den 26 Vögeln 8 (darunter 4 Eichelheher). Die Säugethiere enthielten theils nur Darmtrichinen, theils auch Muskeltrichinen, 1 Hausmaus blos Muskeltrichinen in großer Menge. Dagegen fanden sich bei keinem Vogel Muskeltrichinen und nur bei 5 Darmtrichinen (2 Tauben, 1 Haushuhn, 1 Truthahn und 1 Gans) mit reifer Brut. Die Vögel scheinen demgemäß die Trichinen entweder zu verdauen oder wenigstens, wenn letztere in ihrem Darm sich weiter entwickeln, durch deren Brut nicht infizirt zu werden, weshalb Vogelfleisch in jedem Zustande ohne Bedenken zu genießen sein dürfte.

Wie nun infiziren sich die Schweine mit Trichinen? Mit Bestimmtheit läßt sich dies noch nicht beantworten, nach manchen zufälligen Beobachtungen und den Auseinandersetzungen von Leuckart ist es aber mehr als wahrscheinlich, daß die Schweine durch zufälliges Fressen trichinöser Mäuse und Ratten sich anstecken. Die Schweine verzehren diese in Ställen häufig vorkommenden Nagethiere sehr gern (Kühn hat dies direkt beobachtet), und sind Mäuse und Ratten, wie auch Katzen, sehr häufig trichinös, erstere wahrscheinlich infolge zufälligen Genusses von trichinösen Fleischabfallen (in Schlachthäusern u. s. w.), letztere durch Verzehrung trichinöser Mäuse. Daraus ergiebt sich von selbst, was man — wenigstens in Stallungen — zu thun hat, um die Schweine vor Trichineninfektion zu schützen. Kann man es aber den Schweinen ansehen, ob sie Trichinen haben? — Nein! denn bei nicht sehr starker Infektion bleiben die Thiere gesund, bei starker treten Krankheitserscheinungen ein, welche auch von andern Ursachen hervorgerufen werden können, und nur selten stirbt ein Schwein. Dennoch ist ein Mittel vorhanden, durch welches man sich mit Bestimmtheit davon überzeugen kann, ob ein scheinbar gesundes Schwein trichinös ist oder nicht, nämlich die Untersuchung mit der Harpune, welche aber nicht blos an einer oder an ein paar Stellen, sondern an allen, wo die eben genannten, der Infektion vorzugsweise ausgesetzten Muskeln erreichbar sind, geschehen muß. Kühn, der für die Schweineuntersuchung eine besonders praktisch eingerichtete Harpune erfunden hat*), harpunirt jedes Schwein an 14 bis 16 Körperstellen,

*) Diese Harpune kann von dem chirurg. Instrumentenmacher Baumgärtel in Halle für den Preis von 2 Mk. 50 Pf. bezogen werden.

worauf die entnommenen Fleischproben mikroskopisch untersucht werden. Mit der nöthigen Vorsicht und Geschicklichkeit ausgeführt, schadet diese Operation den Thieren gar nicht, macht ihnen auch nicht bedeutende Schmerzen.

Es führt uns dies schließlich auf die in sanitätspolizeilicher Hinsicht vorzuschlagenden oder bereits in Wirksamkeit getretenen Maßnahmen. Unter denselben steht obenan eine für die Fleischer und Alle, welche Schweine schlachten, obligatorische mikroskopische Fleischuntersuchung (Fleischschau) durch dazu befähigte und vereidete Personen, wie eine solche bereits im Regierungsbezirk Magdeburg von den Stadträthen zu Gotha, Plauen, Zittau u. a. O. eingeführt worden ist. Dieselbe kann nur dann ihrem Zweck entsprechen, wenn jedes Schwein entweder vor der Tödtung (wie z. B. beim Ankauf) mittels der Harpune, oder nach der Tödtung in der oben geschilderten Weise genau und gewissenhaft untersucht wird. Kühn schlägt vor, da die Kehlkopfmuskeln zu den trichinenreicheren und die Augenmuskeln zu den zwar nicht sehr reich, aber fast regelmäßig mit Trichinen besetzten gehören, bei eventueller Einführung einer Fleischschau die Fleischer zu zwingen, diese für sie werthlosen Theile an den Fleischbeschauer abzuliefern, da diese dann zugleich eine treffliche Kontrole für die Zahl der geschlachteten Schweine gewähren würden. — Schließlich sei bemerkt, daß trichinöse Schweine doch im Ganzen selten vorkommen. In Braunschweig sind unter 30,000 geschlachteten Schweinen nur 2, in Blankenburg allerdings unter 700 Schweinen 4 als trichinös befunden worden. In anderen Gegenden sind die Trichinen freilich häufiger bei dem Schweine anzutreffen, wie z. B. in Schweden und in Nordamerika, wo vielfach schon unter 40 Schweinen eines mit Trichinen gefunden wird. Auf diese Weise erklärt sich denn auch die auffallende Häufigkeit der Trichinen in den amerikanischen Schinken.*)

Die Entdeckung der Trichinen, welche seit Menschengedenken gewiß schon Tausende von Erkrankungen und Todesfällen, die für Gicht, Rheumatismus, rheumatische und typhöse Fieber gehalten worden sind, verursacht haben mögen**), und die Aufklärung ihrer so merkwürdigen Entwicklungsgeschichte ist einer der größten Triumphe, welche die Wissenschaft mittels des Mikroskops errungen hat. Durch sie ist zugleich dieses herrliche Instrument noch mehr als bisher in das praktische Leben eingeführt, ja sogar ein Prüfstein, eine Zwangsmaßregel in der Gesundheitspolizei und Medizinalpflege geworden. Das Mikroskop hat aber eine noch höhere, eine noch andere, eine sittliche Mission zu erfüllen und bereits wiederholt erfüllt, denn es ist auch berufen, ein unparteiischer und unfehlbarer Richter zu sein. Das Mikroskop allein kann unter Umständen über Schuld und Unschuld, ja über Tod oder Leben eines Angeklagten entscheiden. Gestatten mir meine verehrten Leser, ihnen zunächst eine kleine Geschichte zu erzählen, bei welcher ich selbst wesentlich betheiligt war. Im Jahre 1865 wurde auf einem sächsischen Staatsforstreviere im Voigtlande ein gefällter Fichtenstamm gestohlen.

---

*) Wir wollen hier noch einige belehrende Schriften über die Trichinen anführen, welche empfohlen werden können. Es sind: Leuckart, Untersuchungen über Trichina spiralis. Zweite Auflage. Leipzig und Heidelberg, 1866. — Virchow, Darstellung der Lehre von den Trichinen. Berlin, 1861. — Vogel, Die Trichinenkrankheit und die zu ihrer Verhütung anzuwendenden Mittel. Leipzig, 1864, sowie dessen Trichinenspiegel. Leipzig, 1864 (bei Ludw. Denicke. 50 Pf.).

**) Ein unzweifelhafter Trichinenfall ist bereits 1675 in Württemberg, wo die ganze Familie eines Bauern 8 Tage nach dem Verzehren eines Schweines erkrankte, vorgekommen. Die von dem behandelnden Arzt Fehr, welcher über jenen Krankheitsfall eine gelehrte Abhandlung schrieb, angegebenen Symptome stimmen nämlich ganz genau mit denen der Trichinenkrankheit überein. Schon damals verlangte Fehr eine sorgfältige Fleischschau.

Der Verdacht lenkte sich auf einen Gewerbtreibenden, weil derselbe bereits einmal wegen eingestandenen Holzdiebstahls bestraft worden war, und siehe da, es fanden sich bei demselben Stücke eines Stammes vor, welche bezüglich ihrer Dimensionen genau mit dem gestohlenen übereinstimmten, aber geschält waren. Da der betreffende königliche Förster behauptete, jene Holzstücke stammten sicher von dem entwendeten Fichtenstamme, so wurde der Eigenthümer als präsumtiver Dieb vor Gericht gestellt. Nun hatte aber derselbe im Frühjahr, wie es bekannt war, Tannenholz gekauft, und so behauptete er, die vorgefundenen Holzstücke seien von jenem Tannenholz noch übrig. Deshalb wurden Sachverständige aufgefordert, gutachtlich auf ihren Pflicht, resp. Zeugeneid zu erklären, ob das corpus delicti Fichten- oder Tannenholz sei. Drei Sachverständige, ein Förster, ein Böttcher und ein Zimmermann, erklärten hinter einander nach bestem Wissen und Gewissen das Holz für Fichtenholz. Da aber der Angeklagte bei seiner Aussage beharrte, so trug das zustehende Gerichtsamt Bedenken, denselben als überführt zu erachten, und verlangte ein anatomisches Gutachten, d. h. die mikroskopische Untersuchung des betreffenden Holzes. Dieselbe ward mir übertragen. Ich muß vorausschicken, daß Fichten- und Tannenholz bezüglich der anatomischen Struktur zwar äußerst ähnlich, dennoch insofern scharf verschieden ist, als im Fichtenholze zahlreiche, freilich mikroskopische Harzgänge (in jedem Jahresringe), im Tannenholz dagegen nur äußerst wenige dergleichen vorkommen. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß das für gestohlen erklärte Holz Tannenholz sei, worauf der Angeklagte natürlich freigesprochen worden ist. Nicht ich habe dem Manne zur Freiheit verholfen, sondern allein das Mikroskop.



Fig. 285. Blutkügelchen.
A. Des Menschen: a farbige, b farblose, c farbige, in Säulen beisammen liegend. B. Von der Taube. C. Von Raja: a farbige, b farblose. D. Vom Proteus: a farbige, b farblose. E. Von Wirbellosen: Insekten und Mollusken. Starke Vergrößerung.

Während es sich im vorliegenden Falle blos um eine Freiheitsstrafe handelte, ist schon mehr als einmal die Schuld eines des Mordes Angeklagten durch das Mikroskop nachgewiesen und dadurch die Ueberführung und Verurtheilung des Mörders möglich geworden. Wie geht das zu? höre ich meine Leser verwundert ausrufen. Die Antwort auf diese Frage werden sich die geehrten Leser selbst geben, wenn dieselben theils Dasjenige nachlesen, was oben S. 317 ff. über das Blut gesagt worden ist, theils die Abbildungen der beigedruckten Figur 285 aufmerksam betrachten wollen. A zeigt Blutkörperchen des Menschen und zwar bei a gefärbte mit deutlichem Kern, bei b ungefärbte, bei c gefärbte, in Säulen

beisammenliegend; B Blutkörperchen der Taube, C solche eines Rochen (Raja, eines Seefisches), und zwar bei a gefärbte (rothe) und bei b farblose; D Blutkörperchen des Olm (Proteus, eines molchartigen in den Höhlen von Adelsberg lebenden Amphibiums), unter a gefärbte, deren Kern bei einigen in der Theilung begriffen ist, unter b ungefärbte; E endlich Blutkörperchen verschiedener wirbelloser Thiere. Aus diesen Abbildungen geht zunächst hervor, daß die Blutkörperchen der einzelnen Thierklassen verschieden geformt und verschieden groß sind. Dies gilt aber nicht allein von den Klassen, sondern auch von den einzelnen Gattungen, ja zum Theil von den Arten der blutführenden Thiere. Bei allen Säugethieren, folglich auch beim Menschen, sind die farbigen Blutkörperchen rund, scheiben- oder linsenförmig, beim Menschen kreisrunde, schwach bikonkave Scheiben von $^1/_{300}$ Par. Linie Durchmesser im Mittel, bei den übrigen Säugethieren meistens kleiner (theils auf beiden Seiten plan, theils bikonvex), selten größer, wie beim Kameel, Dromedar und Lama, wo dieselben zugleich eine elliptische bikonvexe Form besitzen. Die Vögel haben länglich-ovale, in der Mitte erhabene Blutkörperchen mit zugeschärftem Rande, Fische und Amphibien ebenfalls längliche oder elliptische, letztere sehr große Blutkörperchen. Es ist folglich die Möglichkeit geboten, unter dem Mikroskop Menschenblut von beliebigem Thierblut unterscheiden zu können, und zwar sogar, wenn das fragliche Blut geronnen, ja vertrocknet ist, da hierdurch die Blutkörperchen, bezüglich ihrer Gestalt, nicht verändert werden. Gesetzt aber, es wäre ein Mord geschehen und man fände bei der Haussuchung oder sonst bei verdächtigen Personen ein blutiges Instrument, einen blutigen Lappen, ein blutiges Kleidungsstück u. s. w., die verdächtige Person behauptete aber, dieses Blut sei Thierblut, und es hätte diese Behauptung auch die Wahrscheinlichkeit insofern für sich, als die betreffende Person das Fleischerhandwerk ausübte oder in dem betreffenden Hause um die Zeit des Mordes ein Thier geschlachtet worden wäre: so würde durch das Mikroskop sofort entschieden werden können, ob das an Messern, Kleidern u. s. w. klebende Blut Thier- oder Menschenblut sei. Durch eine solche mikroskopische Untersuchung sind in England und Nordamerika schon mehrmals die Urheber verübter Morde ermittelt worden, und auf dieselbe Weise kam jener grauenvolle Mord aus Tageslicht, welcher vor einigen Jahren in Berlin an einem Lehrer der französischen Sprache verübt wurde, dessen Leichnam man zerstückt in einem Sacke in der Spree fand. Nach längeren vergeblichen Bemühungen der Polizei gelang es, zu ermitteln, daß der Ermordete zuletzt in einer berüchtigten Spelunke gewesen sei. Dort entdeckte man an der Wand eingetrocknete Blutflecken, welche angeblich von Thierblut herrühren sollten. Die mikroskopische Untersuchung ergab aber, daß es Menschenblut sei, worauf es möglich wurde, unter den Bewohnern und Besuchern jener Winkelkneipe die Mörder ausfindig zu machen und zu überführen. Das Mikroskop ist, wie wir gesehen haben, nicht allein der Schlüssel, der uns auch die Pforten des kleinsten Lebens im Raum erschließt, sondern es erweist sich auch als unparteiischer und vorurtheilsfreier Schiedsrichter über Mein und Dein, Schuld oder Unschuld, als eine segenbringende Wohlthat für die gesammte Menschheit.

Ende des Buches.

Namen- und Sachregister.



